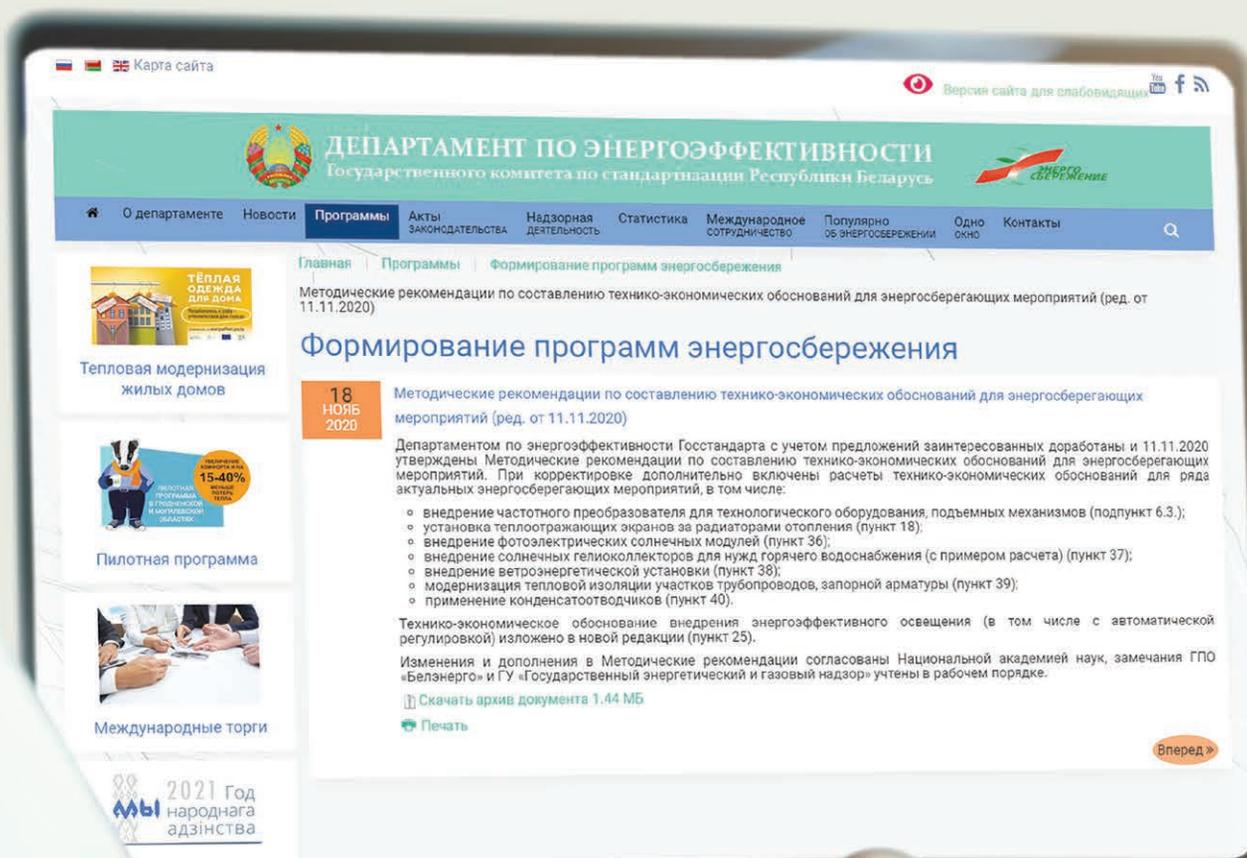




АВГУСТ 2021

ЭНЕРГО

ЭФФЕКТИВНОСТЬ



Как составить ТЭО энергосберегающего мероприятия?

Смотрите примеры на с. 8–11

Оценка готовности Беларуси к использованию ВИЭ

Стр. 2

Электротранспорт и устойчивая городская мобильность в Могилеве

Стр. 17

Нормы расхода электроэнергии на зарядку электромобиля

Стр. 18

Аккумуляторы теплоты для утилизации тепловых ВЭР

Стр. 28



РЕСПУБЛИКАНСКИЙ КОНКУРС НА СОИСКАНИЕ ПРЕМИИ ЗА ДОСТИЖЕНИЯ В ОБЛАСТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ И РЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЯ

«ЛИДЕР ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ-2021»

СОЗДАЕМ
**ЭНЕРГО
ЭФФЕКТИВНОЕ**
БУДУЩЕЕ!

**ДОКАЖИТЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ
СВОЕГО ПРОИЗВОДСТВА, ТЕХНОЛОГИИ, ПРОДУКТА.
ПРИСОЕДИНЯЙТЕСЬ К ЛИДЕРАМ!**

Приглашаем к участию

производственные, научно-исследовательские,
строительно-монтажные, инжиниринговые
предприятия и организации Беларуси и зарубежья

Организаторы:



Департамент по энергоэффективности
Госстандарта Республики Беларусь



РУП «БЕЛТЭИ»



РНПУП «Институт энергетики
НАН Беларуси»



Центр поддержки предпринимательств
«Деловые медиа»

Положение о конкурсе
и условия участия:

www.energokonkurs.by

Номинации конкурса:

- «Энергоэффективный продукт года»
- «Энергоэффективная технология года»
- «Энергоэффективное здание года»
- «Технологии и проекты года на основе возобновляемых источников энергии»
- «Энергоэффективные бытовые приборы и оборудование»
- «Использование электрической энергии для повышения эффективности энергосистемы Беларуси»
- «Цифровая трансформация, автоматизация, «умные» технологии **new**
- «Лучшие публикации по энергоэффективности»

Оргкомитет конкурса:

+375 (17) 368-51-60/61,
+375 (29) 182-80-10, +375 (33) 344-80-10
info@energokonkurs.by



Ежемесячный научно-практический журнал.
Издается с ноября 1997 г.

№8 (286) август 2021 г.

Учредители:

Департамент по энергоэффективности
Государственного комитета по стандартизации
Республики Беларусь
Инвестиционно-консультационное
республиканское унитарное предприятие
«Белинвестэнергосбережение»

Редакция:

Начальник отдела Ю.В. Шилова
Редактор Д.А. Станюта
Дизайн и верстка В.Н. Герасименко
Реклама и подписка А.В. Филипович

Редакционный совет:

Л.В. Шенец, к.т.н., главный редактор,
председатель редакционного совета

В.Г. Баштовой, д.ф.-м.н., профессор кафедры
ЮНЕСКО «Энергосбережение
и возобновляемые источники энергии» БНТУ

А.В. Вавилов, д.т.н., профессор, иностранный
член РААСН, зав. кафедрой «Строительные
и дорожные машины» БНТУ

И.И. Лиштван, д.т.н., профессор, академик,
главный научный сотрудник Института
природопользования НАН Беларуси

А.А. Михалевич, д.т.н., академик,
зам. Академика-секретаря Отделения физико-
технических наук, зав. лабораторией Института
энергетики НАН Беларуси

А.Ф. Молочко, зав. отделом общей энергетики
РУП «БЕЛТЭИ»

В.М. Овчинников, к.т.н., профессор,
руководитель НИЦ «Экологическая
безопасность и энергосбережение
на транспорте» БелГУТА

В.М. Полухович, к.т.н., директор Департамента
по ядерной энергетике Минэнерго

В.А. Седнин, д.т.н., профессор, зав. кафедрой
промышленной теплоэнергетики
и теплотехники БНТУ

Издатель:

РУП «Белинвестэнергосбережение»

Адрес редакции: 220037, г. Минск,
ул. Долгобродская, 12, пом. 2Н.
Тел./факс: (017) 350-56-91
E-mail: uvic2003@mail.ru
Цена свободная.

В соответствии с приказом Высшей аттестационной
комиссии Республики Беларусь от 10 июля 2012 г. № 84
журнал «Энергоэффективность» включен в Перечень на-
учных изданий Республики Беларусь.

Журнал зарегистрирован Министерством информации Ре-
спублики Беларусь. Свид. № 515 от 16.06.2009 г. Публику-
емые материалы отражают мнение их авторов. Редакция
не несет ответственности за содержание рекламных мате-
риалов. Перепечатка информации
допускается только по согласованию с редакцией.

© «Энергоэффективность»

Отпечатано в ГОУПП «Гродненская типография»
Адрес: 230025 г. Гродно, ул. Полиграфистов, 4
Лиц. № 02330/39 от 25.02.2009 г.

Формат 62х94 1/8. Печать офсетная. Бумага мелованная.
Подписано в печать 20.08.2021. Заказ 3172. Тираж 905 экз.

Журнал в интернет www.bies.by, www.energoeffekt.gov.by

СОДЕРЖАНИЕ

Международное сотрудничество

2 Дана оценка готовности Беларуси
к использованию ВИЭ

3 Резюме рекомендаций для Беларуси
из Обзора Международного агентства
по возобновляемой энергии (IRENA)
«Оценка готовности Беларуси
к использованию возобновляемых
источников энергии»

Выставки. Семинары. Конференции

6 «Энергоэффективность в Беларуси.
Реализация проектов и планы
развития»
Д. Станюта

Вести из регионов

7 Использование теплового
потенциала барды на Богусhevском
спиртзаводе
Ю.М. Ковалев

16 Энергоэффективность «зеленого»
производства
С.М. Заграбанец

17 Шаги к экологичности –
электротранспорт и устойчивая
городская мобильность
И.В. Старовойтова

17 Первый электробус появится
в Витебске до конца текущего года
И.А. Добыш

18 Высокопроизводительные
рафинеры для размолва волокнистых
материалов внедрены на бумажной
фабрике «Красная Звезда»
Е.В. Скоромный, И.А. Кухаренко

18 Устанавливаем нормы расхода
электроэнергии на зарядку
электромобиля
И.С. Лемешова

19 Общие нарушения при
обследовании объектов жилищно-
коммунального хозяйства в первом
полугодии
О.Н. Минин

20 Реконструкция азотно-
кислородной станции позволила
увеличить производство азота до
600 кубометров в час
С.П. Севрюков

УВАЖАЕМЫЕ АВТОРЫ!

Журнал «Энергоэффективность» входит в утвержденный
ВАК Перечень научных изданий Республики Беларусь
для опубликования диссертационных исследований.
Приглашаем к сотрудничеству!

T./ф.: (017) 350-56-91. **E-mail:** uvic2003@mail.ru

20 Готовится к реализации
инвестиционный проект
по повышению энергоэффективности
объектов социальной сферы

Практика энергосбережения

8 Примеры технико-экономического
обоснования энергосберегающих
мероприятий. Расчеты-шаблоны ТЭО
в помощь специалистам
К.А. Церковная

Энергосмесь

11, 14, 32 Тарифы за некоторые
ЖКУ будут считаться
по-новому с 1 сентября
и другие новости

Стратегии

12 Вышел общественный обзор
реализации в Беларуси ЦУР №12.
Какое место в нем
занимают энергетика
и энергоэффективность?
Д. Станюта

Возобновляемая энергетика

21 Инвестиции в электроэнергетику
ВИЭ превышают вложения
в добычу нефти и газа – МЭА
Владимир Сидорович, repen.ru

Электротранспорт

22 День электротранспорта:
электробусы для масс,
а Tesla – для индивидуалистов
Д. Станюта

23 К 2030 году в мире будет
минимум 145 млн электромобилей
*А.В. Никитенко,
ПО «Белоруснефть»*

Энергомарафон

24 «Солнечный трекер»
Давид Тихонович

Научные публикации

28 Эффективность применения
аккумуляторов теплоты
при утилизации тепловых
ВЭР сталеплавильных печей
металлургических мини-заводов
*В.А. Седнин, Е.О. Иванчиков,
Е.Ю. Николаев, В.А. Калий, БНТУ*

УВАЖАЕМЫЕ РЕКЛАМОДАТЕЛИ!

По всем вопросам размещения
рекламы, подписки и распространения
журнала обращайтесь в редакцию.

ДАНА ОЦЕНКА ГОТОВНОСТИ БЕЛАРУСИ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ВИЭ

29 июля 2021 г. состоялся онлайн-запуск обзора Международного агентства по возобновляемым источникам энергии (IRENA) «Оценка готовности Беларуси к использованию возобновляемых источников энергии».

В онлайн-мероприятии приняли участие генеральный директор IRENA господин Франческо Ла Камера, директор департамента господин Гурбуз Гонул, другие сотрудники IRENA, представители госорганов республики, общественных организаций, научных объединений и др.

Используя свои возможности как члена IRENA, Республика Беларусь обратилась к агентству с просьбой провести исследование «Обзор готовности к использованию возобновляемых источников энергии» для Беларуси. В данном исследовании, подготовленном в сотрудничестве с Государственным комитетом по стандартизации, Минприроды, Минэнерго, Национальным статистическим комитетом и другими заинтересованными государственными органами и общественными организациями, представлены ключевые аспекты текущего состояния развития энергетического сектора. В нем предложены значимые кратко- и среднесрочные меры по совершенствованию законодательных и ведомственных требований с целью перспективного наращивания использования ВИЭ, снижения зависимости Республики Беларусь от поставок углеводородных топливно-энергетических ресурсов из-за ее пределов.

Данная работа была выполнена не только с использованием официальных информационных и статистических материалов и публикаций, но и в тесном взаимодействии с представителями межминистерской рабочей группы по подготовке Обзора, которые содействовали выявлению



возможностей и выработке решений для увеличения использования возобновляемых источников энергии.

С приветственным словом от Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь к руководству и сотрудникам IRENA, к другим участникам онлайн-мероприятия, «ко всем, кто не безразличен к проблеме изменения климата и нашему будущему» выступил заместитель Председателя Госстандарта – директор Департамента по энергоэффективности Михаил Малашенко.

– Республика Беларусь признает ключевую роль современных энергоэффективных и углеродонейтральных технологий в успешном экономическом развитии каждой страны и всего мирового сообщества, – отметил Михаил Малашенко. – Наряду с мировым сообществом Беларусь непрерывно осуществляет модернизацию и внедряет инновации в энергетическом секторе страны, включая меры по развитию возобновляемой энергетики и замещению ископаемого топлива возобновляемыми источниками энергии. «Проводимая работа направлена на создание благоприятных условий для жизни граждан, повышение конкурентоспособности национальной экономики, снижение негативного воздействия на окружающую среду и выполнение своих внутренних и международных обязательств и целей.

Выполнение Обзора будет способствовать повышению

имиджа Республики Беларусь в мировом сообществе и станет основой для развития новых направлений сотрудничества с другими странами, международными и финансовыми организациями в сфере возобновляемой энергетики.

Презентация и публикация Обзора откроют новые возможности для взаимодействия с международными партнерами Республики Беларусь по вопросам реализации региональных и трансграничных проектов международной технической помощи, инвестиционных и инфраструктурных проектов, способствующих достижению национальных и глобальных Целей устойчивого развития, включая Цель №7 «Обеспечение всеобщего доступа к недорогим, надежным, устойчивым и современным источникам энергии для всех».

Михаил Малашенко подчеркнул, что для Республики Беларусь взгляд со стороны на данную проблему очень важен, потому что в Обзоре отражены проблемные вопросы, которые необходимо решить. А главная ценность данной работы – то, что в ней содержится описание факторов, сдерживающих развитие возобновляемой энергетики, и меры, выполнение которых будет содействовать ускорению темпов развития возобновляемой энергетики в нашей стране.

Обратившись к директору Международного агентства по возобновляемой энергетике господину Франческо Ла Камера,

заместитель Председателя Госстандарта – директор Департамента по энергоэффективности выразил благодарность IRENA за подготовку Обзора. «Я также выражаю благодарность всем международным и национальным экспертам, представителям государственных органов и заинтересованных организаций, которые внесли вклад в этот процесс и поделились своими передовыми знаниями, – отметил в завершение своего выступления Михаил Малашенко. – Проведенная работа, предложения и рекомендации, которые содержатся в Обзоре, определено будут иметь позитивный эффект и окажут прямое влияние на выстраивание долгосрочной энергетической стратегии в Беларуси, позволяя нам создавать энергетически устойчивое и экологически безопасное будущее нашей страны.

Республика Беларусь надеется на дальнейшее плодотворное сотрудничество с IRENA».

Обзор учитывает факт, что Беларусь не обладает значительными местными энергоресурсами, кроме возобновляемых источников энергии в белорусском энергетическом секторе в последнее десятилетие неуклонно рос, составив 7,4% от конечного энергопотребления страны в 2020 году.

Большая часть возобновляемой энергии в Беларуси производится за счет биотоплива, существует значительный потенциал для развития биомассы, биогаза, солнечной и ветровой энергии и интеграции во всех секторах конечного использования.

Расширение внедрения технологий использования возобновляемых источников энергии прежде всего повысит уровень энергетической безопасности Беларуси.

Предлагаем вашему вниманию краткий перевод рекомендаций для Беларуси на русском языке. Полная версия Обзора на русском языке будет доступна в сентябре нынешнего года.

Резюме рекомендаций для Беларуси из Обзора Международного агентства по возобновляемой энергии (IRENA) «Оценка готовности Беларуси к использованию возобновляемых источников энергии»

1. Пересмотр целей по возобновляемым источникам энергии (ВИЭ) в Концепции энергетической безопасности Республики Беларусь

Целевые показатели в области возобновляемой энергетики являются движущими факторами для достижения взаимосвязанных целей политики в области развития в энергетическом секторе страны и за его пределами.

В соответствии с основным программным документом «Концепция энергетической безопасности Республики Беларусь» в 2020 г. был достигнут общий целевой показатель «Доля ВИЭ в валовом потреблении ТЭР» в размере 6%. Более того, даже целевой показатель в области возобновляемой энергетики на 2025 г., изложенный в том же документе, уже достигнут. То, что целевой показатель был достигнут на 5 лет раньше срока, создает неопределенность касательно того, в чем будут заключаться стимулы для продолжения развития возобновляемой энергетики в ближайшем будущем. Это также ставит под сомнение амбициозность целевых показателей и их связь с другими целями развития с учетом того, что доля возобновляемой энергии в энергобалансе страны в размере 14% была принята в качестве приемлемого уровня энергетической безопасности.

2. Усовершенствование системы квотирования ВИЭ и переход к аукционам

Развитие возобновляемой энергетики в энергетическом секторе Беларуси обеспечивается с помощью годовых квот, которыми определяются объемы установленных мощностей для каждой технологии использования ВИЭ. Квоты подвержены большому количеству пересмотров, что отрицательно сказывается на доверии инвесторов. В 2017 г. было принято постановление Совета Министров № 305, которым процедура определения и распределения квот была изменена, что в итоге привело к снижению размера квот.

Для ускорения развития возобновляемой энергетики крайне необходимо увеличить установленные квоты для обеспечения притока более масштабных инвестиций, особенно в фотоэлектрические солнечные энергоустановки и ветроэнергетические установки. Также рекомендуется не включать потребителей, производящих электроэнергию для собственных нужд (просьюмеров), вырабатывающих энергию из ВИЭ, в систему квот с учетом того, что их объемы выработки не

Обзор Международного агентства по возобновляемой энергии
«Оценка готовности Беларуси к использованию возобновляемых источников энергии»
(2020–2021 годы)

ЦЕЛЬ ОБЗОРА

Повышение имиджа Республики Беларусь в мире, привлечение кредитных и грантовых средств для реализации инвестиционных проектов и проектов международной технической помощи и выполнение цели устойчивого развития №7 «Недорогостоящая и чистая энергия».

Рекомендации от Международного агентства по возобновляемой энергии:

- ✓ пересмотр целей по ВИЭ в Концепции энергетической безопасности Республики Беларусь;
- ✓ усовершенствование системы квотирования ВИЭ и переход к аукционам;
- ✓ разработка и принятие закона о теплоснабжении;
- ✓ оценка потенциала биомассы (технологий по переработке биомассы и отходов в энергию) и геотермальной энергии;
- ✓ принятие электросетевых стандартов по интеграции энергии солнца и ветра в энергосистему;
- ✓ усовершенствование механизмов снижения рисков для инвестиций в ВИЭ;
- ✓ стандартизация соглашений о закупке электроэнергии;
- ✓ учет электроэнергии для собственных нужд предприятий и организаций в национальной статистике.

оказывают значительного влияния на энергосистему.

Кроме того, заинтересованные стороны в Беларуси считают, что период установки квот также следует расширить с текущих трех лет до пяти лет для предоставления инвесторам большего горизонта для прогнозирования развития сектора. В ходе работы над улучшением механизма установки квот крайне важно обеспечить широкое привлечение заинтересованных сторон, занимающихся энергетикой (включая представителей Ассоциации «Возобновляемая энергетика»), для обеспечения прозрачности процесса.

Для привлечения инвестиций в возобновляемую энергетику стране рекомендуется рассмотреть возможность проведения аукционов по ВИЭ, которые способны устанавливать рыночные тарифы на выработку возобновляемой энергии и имеют возможность определять реальную цену. Основным преимуществом аукционов является их способность определять реальный рыночный тариф на выработку энергии из ВИЭ в рамках структурированного, прозрачного и конкурентного процесса с учетом развитости и зрелости национальных рынков и уровня развития местных цепочек поставок.

3. Разработка и принятие закона о теплоснабжении

В Беларуси нет специального закона, регламентирующего сектор теплоснабжения. По этой причине отсутствует комплексная правовая основа для стимулирования развития возобновляемой энергетики в соответствующем секторе конечного потребления и поддержки декарбонизации сектора.

На теплоснабжение приходится самая большая доля общего энергопотребления (30%), но только 10,6% выработки тепловой энергии обеспечивается возобновляемыми источниками энергии – в основном с помощью биомассы.

Более того, для сектора теплоснабжения не установлены никакие определенные целевые показатели по возобновляемой энергетике за исключением целевых показателей по снижению доли газа в теплоснабжении, как определено в документе «Концепция энергетической безопасности».

Стратегия достижения данного целевого показателя и снижения избыточной зависимости от природного газа в секторе теплоснабжения четко не определена, при этом внимание уделяется расширению использования древесного топлива для систем как централизованного, так и индивидуаль-

ного отопления, а также более широкому применению тепловых насосов. Тем не менее, данная стратегия не подкрепляется законодательством. Солнечные тепловые и геотермальные технологии очень мало используются, несмотря на потенциал страны по использованию таких ВИЭ для теплоснабжения и горячего водоснабжения, который фактически снизил бы избыточную зависимость этого сектора от импортируемого природного газа.

Растущему внедрению ВИЭ в систему теплоснабжения также препятствует относительно низкая стоимость природного газа и высокий уровень субсидирования тарифов на отопление для населения. По мнению заинтересованных сторон в области энергетики страны, методике установки тарифов для потребителей не хватает полной прозрачности, а базовая цена выработки тепловой энергии не отражает ее реальной стоимости. Согласно расчетам, государство ежегодно тратит до 800 миллионов долларов США на субсидирование теплоснабжения. Отправной точкой в решении данной проблемы может стать специальный закон о теплоснабжении. Кроме того, комплексная правовая основа с сопутствующими подзаконными актами поможет стимулировать развитие возобновляемых источников энергии (включая геотермальные, солнечные тепловые и современные основанные на биомассе источники энергии) в теплоснабжении и станет показателем политического намерения по декарбонизации сектора.

4. Оценка потенциала биомассы (технологий по переработке биомассы и отходов в энергию) и геотермальной энергии

У Беларуси большой потенциал по биомассе благодаря как отходам сельского хозяйства, так и обширным лесным массивам, которые могут использоваться для повышения доли ВИЭ в отрасли теплоснабжения. Тем не менее, независимо от значительного потенциала, обеспечение высокого качества и постоянных поставок сырья критически важно с точки зрения технической целесообразности проектов. Поставки биомассы обычно подвержены сезонным колебаниям, которые в большой степени зависят от типа сырья и могут быть компенсированы за счет использования складских помещений и сочетания разных типов сырья, обеспечивающих сезонную взаимодополняемость.

В настоящее время цена за единицу биомассы основывается на массе или объеме топлива, а не на единице теплотворной способности, что приводит к несоответствиям, особенно из-за различных качественных хи-

мических и физических характеристик биомассы. Например, сырье с низкой плотностью энергии и высоким содержанием влаги создает проблемы при хранении и транспортировке и может быть нецелесообразным с технической и экономической точек зрения, если оно не подвергается предварительной обработке путем сушки и уплотнения. Поэтому стандартизация качества сырья биомассы и обеспечение формирования цен на основе таких стандартов качества, как теплотворная способность, необходи-

У Беларуси большой потенциал по биомассе благодаря как отходам сельского хозяйства, так и обширным лесным массивам, которые могут использоваться для повышения доли ВИЭ в отрасли теплоснабжения.

мы для обеспечения технической и экономической жизнеспособности рынка биомассы для отопления.

Более того, инновационные технологии по преобразованию биомассы и отходов в энергию требуют развития, наглядной демонстрации и оценки экономической эффективности, особенно в системах районного теплоснабжения.

Геотермальная энергия – еще один путь к экологизации теплоснабжения. Оценка ресурсного потенциала геотермальной энергии проводилась только на небольшом количестве участков, главным образом на юге страны. Необходимо продолжить оценку ресурсов для более точного определения теплосодержания геотермального потенциала в Беларуси и способов его наиболее эффективного использования и внедрения в системы теплоснабжения. Кроме того, необходимо подробнее исследовать наиболее подходящее применение технологий использования геотермальной энергии в системах районного и индивидуального отопления. Для стимулирования использования биомассы и геотермальной энергии в теплоснабжении следует оказывать поддержку деятельности НАН Беларуси по комплексной разработке и проведению оценок ресурсов и демонстрации пилотных проектов.

5. Принятие электросетевых стандартов по интеграции переменных ВИЭ (энергии солнца и ветра) в энергосистему

Энергосистема Беларуси находится на относительно ранней стадии для готовности интеграции переменных источников на ВИЭ (энергии ветра и солнца). С учетом того, что система была построена на основе тепловых электрических станций, обеспечивающих 98% электроснабжения, у ГПО «Белэнерго» имеется ограниченный практический опыт подключения источников на ВИЭ, управления ими и поддержания стабильности сети с высокой долей возобновляемой энергии. В качестве защитной меры во избежание

каких-либо помех в сети производители возобновляемой энергии не получают приоритетного распределения нагрузки, а вместо этого должны подавать выработанную электроэнергию согласно графикам диспетчерского управления.

Более того, отсутствуют технические стандарты по интеграции переменной возобновляемой энергии (ветра и солнца) в энергосистему, и имеется неопределенность в отношении технических требований, которые должны соблюдаться разработчиками для их подключения и генерации в электрические сети. Это приводит к возникновению рисков со стороны системы передачи электроэнергии (сетевых рисков) и может значительно увеличивать стоимость финансирования объектов ВИЭ.

Четко сформулированные национальные электросетевые стандарты по возобновляемой энергетике, описывающие процедуры и технические требования к производителям переменной возобновляемой энергии, генерируемой в энергосистему, помогут снизить инвестиционные риски и создадут равные условия для всех производителей электроэнергии, при этом также обеспечивая требуемую устойчивость энергосистемы.

6. Усовершенствование прогнозирования выработки переменной возобновляемой электроэнергии (из ветра и солнца)

В настоящее время прогнозирование фотозлектрических солнечных энергоустановок и ветроэнергетических установок в Беларуси не интегрировано оптимальным образом в процесс ежедневной подготовки графиков и диспетчеризации для балансировки электроэнергетической системы.

В Беларуси все установки возобновляемой энергетики мощностью более 1 МВт обязаны участвовать в графике на сутки вперед. Тем не менее, с учетом переменного характера выработки возобновляемой электроэнергии краткосрочное (0–6 ч) прогнозирование критически важно при расчете будущей выработки возобновляемой энергии в следующие несколько часов и даже в последующие несколько минут. В частности, если корректировки прогнозируемой выработки возобновляемой энергии в течение суток не учитываются, возникает неопределенность касательно выработки электроэнергии, что ведет к расхождениям между фактической переменной возобновляемой энергией, которую можно было подать в сеть, и графиком, подготовленным центром диспетчерского управления. В результате возникают дисбалансы по выработке электроэнергии, за которые производители возобновляемой электроэнергии не получают компенсаций и которые повышают рыночные риски для инвесторов в Беларуси.

7. Усовершенствование механизмов снижения рисков для инвестиций в возобновляемую энергетику

Финансирование проектов в сфере возобновляемой энергетики в Беларуси находится на очень низком уровне, и отмечается общая нехватка как заемного, так и акционерного финансирования. В частности, местный финансовый сектор имеет очень небольшой опыт финансирования «зеленых» проектов, и большинство инвестиций обеспечивается за счет международного капитала. Кроме того, местное финансирование является очень дорогостоящим. Коммерческое кредитование осуществляется по очень высоким процентным ставкам и характеризуется высокими требованиями к обеспечению из-за большого количества предполагаемых рисков. Такие риски могут быть сняты с помощью различных механизмов снижения рисков в сфере мер политики и финансирования.

Риски финансового сектора представляют проблему для акционерного финансирования инвестиций в возобновляемую энергетику в Беларуси и сильно влияют на повышение стоимости акционерного финансирования. Это в большой степени связано с отсутствием политики финансового сектора по инвестированию в инфраструктуру возобновляемой энергетики и с общим отсутствием приоритетности «зеленого» финансирования в секторе. Проблема также усугубляется отсутствием местных финансовых продуктов, включая финансовые продукты национального банка развития, по поддержке доступа к различным возможностям финансирования для разработчиков проектов в области возобновляемой энергии. Мелким инвесторам, таким как индивидуальные жилые дома, также не хватает соответствующих финансовых механизмов. Таким образом, рекомендуется разработать четкую политику финансового сектора для «зеленого» финансирования, а также необходимо, чтобы национальный банк развития создал специализированный портфельный капитал для финансирования «зеленых» проектов и занял ведущее место в их местном финансировании.

Сюда также должно входить мелко-масштабное финансирование, например, финансирование монтажа фотоэлектрических солнечных энергоустановок на крыше, тепловых насосов и электромобилей в виде ссуды на приобретение жилья или автомобиля с соответствующей корректировкой срока займа. Более того, эффективным способом предоставления государственных займов и механизмом снижения рисков инвестирования в возобновляемую энергетику может стать специализированный фонд для финансирования

возобновляемой энергетики. Такой фонд может пополняться, например, за счет налогов на выбросы парниковых газов, загрязнение сточных вод и эксплуатацию природных ресурсов.

8. Стандартизация соглашений о закупке электроэнергии

Соглашения о закупке электроэнергии (СЗЭ) представляют собой юридически обязывающие долгосрочные договоры, подписанные независимым производителем электроэнергии (НПЭ, продавцом вырабатываемой электроэнергии) и реализатором (покупателем электроэнергии). Договор определяет цену, по которой электроэнергия будет продаваться, и включает в себя различные положения, определяющие юридические обязательства обеих сторон по договору, таким образом, соответственно распределяя риски. Хорошо сформулированные СЗЭ являются одним из самых важных элементов содействия в обеспечении финансирования проекта для разработчиков ВИЭ и позволяют определить привлекательность проекта для банков и различные риски, связанные с эксплуатацией проекта в течение срока действия договора.

СЗЭ для различных технологий возобновляемой энергетики в Беларуси не стандартизированы, положения договоров согласовываются в каждом отдельном случае между реализатором, облэнерго и разработчиком. Кроме того, СЗЭ подписываются только после завершения строительства и ввода в эксплуатацию электростанции на возобновляемой энергии, что создает значительный риск для разработчиков и может поставить под угрозу привлекательность их проекта для банков, а также ослабить их позицию на переговорах. Более того, отсутствие СЗЭ на этапе разработки проекта возобновляемой электроэнергии с самого начала отрицательно влияет на способность разработчика получить кредитное финансирование для проекта.

В настоящее время цены, установленные в СЗЭ, не являются фиксированными. Более того, цены «зеленого» тарифа подвержены ежегодным изменениям в зависимости от изменений базового тарифа на производство электроэнергии, который в большой степени основывается на расходах на импорт природного газа. Таким образом, колебания цен на природный газ косвенно вызывают колебания «зеленых» тарифов, что может значительно влиять на рентабельность проекта и увеличивает риск на электроэнергетическом рынке для инвесторов. Следующей проблемой, влияющей на рентабельность проектов возобновляемой энергетики, является диспетчеризация, которая может приводить к ненужному сокращению выработки электроэнергии для

НПЭ, за которое они в настоящее время не получают компенсации.

Поскольку страна рассчитывает привлечь больше инвестиций в возобновляемую энергетику, необходимо разработать стандартизированные СЗЭ для различных технологий возобновляемой энергетики и применять их во всех регионах страны. Для стимулирования финансирования СЗЭ следует заключать с разработчиком после успешного проведения тендера и задолго до ввода в эксплуатацию электростанций. Для снятия риска на энергетическом рынке в течение действия договора должна применяться гарантированная фиксированная цена за продажу электроэнергии. Фиксированные цены могут быть установлены с помощью дальнейших торгов.

9. Учет электроэнергии для собственных нужд предприятий и организаций в национальной статистике

При планировании инвестиций в возобновляемую энергетику требуется комплексная статистическая основа. Статистические данные энергетического сектора в Беларуси регулярно обновляются, находятся в открытом доступе и носят всесторонний характер. Тем не менее, требуется улучшение отчетности по выработке возобновляемой энергии. В настоящий момент электроэнергия, вырабатываемая производящими потребителями возобновляемой энергии, например, фотоэлектрическими солнечными энергоустановками для собственного потребления в промышленных и жилых секторах, не учитывается в официальных статистических данных, хотя согласно расчетам она составляет 50% производства возобновляемой энергии. Это искажает отчетность по достижению целевых показателей по энергетике и не дает комплексного понимания степени внедрения, эффективности и эксплуатационного опыта установленных систем, а также потенциала для дальнейшего их внедрения. Это, в свою очередь, мешает надлежащему планированию и искажает потребность в разработке различных стимулов в рамках политики, таких как разработка стратегии для производящих энергию потребителей и соответствующих стимулов.

Необходимо создать рабочую группу для разработки методики внедрения производства возобновляемой энергии в децентрализованные и автономные системы, что позволит Белстату и прочим государственным институтам собирать и использовать такие данные для дальнейшего планирования в энергетическом секторе и разработки политики. ■

Предоставлено Департаментом по энергоэффективности Госстандарта

«ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ В БЕЛАРУСИ. РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЕКТОВ И ПЛАНЫ РАЗВИТИЯ»

6 августа в пресс-центре «Sputnik Беларусь» состоялась пресс-конференция «Энергоэффективность в Беларуси. Реализация проектов и планы развития». В ней приняли участие заместитель директора Департамента по энергоэффективности Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь Леонид Полещук; начальник управления энергоэффективности, экологии и науки Министерства энергетики Республики Беларусь Сергей Гребень и заместитель главного инженера ГО «Минское городское жилищное хозяйство» Игорь Гончарик.



Как рассказал Леонид Полещук, основной задачей, поставленной Государственной программой «Энергосбережение» на 2021–2025 годы, явилось снижение энергоёмкости ВВП не менее чем на 7 процентов к уровню 2020 года.



В целях решения поставленной задачи в стране проводится огромная работа, основанная на законе «Об энергосбережении», государственных программах, других нормативно-правовых актах.

– Основным направлением энергосбережения мы видим дальнейшее осуществление модернизации и технического перевооружения производств с внедрением современных наукоемких, ресурсо-, энергосберегающих технологий, оборудования и материалов, включая модернизацию термических, литейных и гальванических производств, в том числе повышение эффективности технологических процессов, – отметил заместитель директора Департамента по энергоэффективности. – Увеличение использования местных видов топлива – достаточно серьезный показатель, и в программе это направление идет отдельным блоком.

Разработаны отраслевые и региональные планы мер энергосбережения на 2021 год, реализация которых обеспечит экономию

топливно-энергетических ресурсов в объеме не менее 550 тыс. тонн условного топлива. По последним официальным данным Бестата за январь–май 2021 года показатель по снижению энергоёмкости ВВП составил плюс 9,4 процента при годовом задании плюс 6,8 процента; доля местных ТЭР (без учета атомной энергии) в валовом потреблении топливно-энергетических ресурсов – 14,1 процента при годовом задании 16,1 процента; доля возобновляемых источников энергии в валовом потреблении ТЭР – 7,3 процента при годовом задании 7,4 процента.

По данным Департамента по энергоэффективности за январь–июнь 2021 года экономия ТЭР за счет реализации энергосберегающих мероприятий составила около 357 тыс. тонн условного топлива, или 64,9 процента при годовом плане 550 тыс. тонн условного топлива.

По всем указанным показателям наблюдается тенденция к выполнению.

Развитие использования местных видов ТЭР является важнейшим направлением энергетической безопасности страны и повышения ее энергетической самостоятельности. Государственной программой «Энергосбережение» на 2021–2025 годы предусматривается достижение доли ВИЭ до 8 процентов в валовом потреблении ТЭР. Увеличение использования возобновляемых видов топлива и энергии способствует устойчивому развитию энергетики страны.

Основной прирост ВИЭ в предстоящий пятилетний период в объеме около

450 тыс. т у.т. будет обеспечен за счет увеличения использования биомассы, в основном топливной щепы, организациями жилищно-коммунального хозяйства. В системе ЖКХ 56 процентов тепловой энергии вырабатывается из местных видов топлива. Из 3800 котельных системы ЖКХ около 2800 котельных уже имеют котлы на древесном топливе. В 2021–2025 годах в рамках реализации Государственной программы «Энергосбережение» предусматривается ввод в эксплуатацию около 491 МВт энерго мощностей на древесном топливе, что позволит увеличить объем использования местных ТЭР на 130 тыс. т у.т. и соответственно снизить потребление импортируемого природного газа на 113 млн куб. метров.

Среди мероприятий и направлений, которые «в дальнейшем позволят выйти на экономию в 3 и более миллионов тонн условного топлива», Леонид Полещук назвал развитие электротранспорта, производства комплектующих и зарядной инфраструктуры для него; повышение эффективности работы действующих энергетических мощностей, модернизацию литейных производств, проектирование и строительство только энергоэффективных зданий, электродомов, оптимизацию потребления тепловой энергии путем поэтапного проведения комплексной тепловой модернизации эксплуатируемого многоквартирного жилищного фонда.

Участникам пресс-конференции поступили вопросы от ряда СМИ, и больше всего – об интеграции запущенной АЭС в энергосистему страны.

По словам начальника управления энергоэффективности, экологии и науки Министерства энергетики Республики Беларусь Сергея Гребня, основным ресурсом в системе «Белэнерго» остается природный газ, но «потребление газа для выработки электрической энергии еще в 2019 году было 98 процентов, в 2020-м – 93 процента». «Мы планируем с запуском в работу двух энергоблоков АЭС выйти на долю природного газа в производстве электрической энергии 65 процентов», – отметил Сергей Гребень.



Представитель Минэнерго рассказал, что со строительством АЭС активно реализуется программа развития электротранспорта на 2021–2025 годы.

«У нас сейчас около 4 тысяч электромобилей. Буквально за полгода в страну было ввезено 2 тысячи электромобилей. По информации Белоруснефть, к 2025 году ожидается, что количество электротранспорта увеличится до 25 тысяч, к 2030 они планируют до 425 тысяч электромобилей», – отметил Сергей Гребень.

Популярность экологического транспорта в первую очередь связана с развитием электротранспортной инфраструктуры.

«В 2018 году первых зарядных станций было порядка 45, в настоящее время их около 450. К концу года планируется увеличить их число до 600. К 2025 году их будет около тысячи», – сказал Сергей Гребень.

По словам спикера, 75 процентов ЭЭС – так называемые быстрозарядные станции. Полностью зарядить АКБ электромобиля они способны за 4–8 часов, а это не совсем удобно для людей, которые много ездят или отправляются в путешествие.

«Программа предусматривает создание к 2025 году супербыстрозарядных станций, где зарядка будет проходить в течение 10–30 минут. Это 25 станций, которые будут расположены вдоль основных магистралей», – отметил Сергей Гребень.

Также спикер озвучил тарифы на зарядку электромобилей.

«Одноставочный тариф – это 17,5 копейки за кВт·ч. Двухставочный в зависимости ночь–день – 12,7 и 18,2 копейки. По этим тарифам организации Минэнерго отпускают электрическую энергию «Белоруснефти», которая в свою очередь обеспечивает зарядку автомобилей», – сказал Сергей Гребень.

С вводом АЭС в Беларуси началось строительство домов, в которых отопление и подогрев воды будут осуществляться за счет электричества. Как отметил представитель Минэнерго, к 2025 году планируется сдать в эксплуатацию 4 млн квадратных метров такого жилья.

Большой резерв энергосбережения по-прежнему заключает в себе существующий жилищный фонд, который требует повышения энергоэффективности путем тепловой модернизации.

Заместитель главного инженера ГО «Минское городское жилищное хозяйство» Игорь Гончарик рассказал о том, что до 2015 года в капремонт входили и некоторые мероприятия по теплодернизации, например, замена окон, утепление стен. Нынешняя тепловая модернизация многоквартирных жилых зданий ведется в рамках Указа от 4 сентября 2019 г. № 327 «О повышении энергоэффективности многоквартирных жилых домов», который дал возможность владельцам квартир участвовать в этом процессе собственными финансовыми средствами. На энергоэффективную модернизацию здания собственникам выдается безвозмездная субсидия на оплату 50 процентов стоимости выполненных энергоэффективных мероприятий. Остальное подлежит выплате собственниками в расщелку в течение 10 лет.

В связи с этим Леонид Полещук рассказал о Пилотной программе тепловой модернизации многоквартирных зданий в Гродненской и Могилевской областях, которая является частью Проекта по расширению устойчивого энергопользования и реали-



зуется Департаментом по энергоэффективности в сотрудничестве с Министерством жилищно-коммунального хозяйства при финансовой и экспертной поддержке Международного банка реконструкции и развития и Глобального экологического фонда.

В домах Могилева и области уже проведено 64 собрания собственников; в 3 домах две трети владельцев квартир по итогам собраний приняли решения о теплодернизации. В многоквартирных жилых зданиях Гродно и области проведено более 100 собраний с жильцами; в 5 зданиях большинством голосов принято решение начать теплодернизацию. В Минске на сегодняшний день комплекс энергосберегающих мероприятий решили «заказать» жители трех многоквартирных домов.

Недостаточно высокую активность собственников заместитель директора Департамента по энергоэффективности объясняет относительно низкими тарифами на отопление: государство все еще дотирует их почти на 80 процентов. С ростом тарифов вырастет и желание воспользоваться новым, льготным механизмом теплодернизации.

Отвечая на вопрос о новых резервах повышения энергоэффективности, Леонид Полещук упомянул вовлечение в топливный баланс RDF-топлива на цементных заводах. Еще одним новым направлением реализации политики энергосбережения заместитель директора Департамента по энергоэффективности назвал внедрение абсорбционных бромисто-литиевых тепловых насосов в промышленном секторе. Эксплуатация тепловых насосов на различных объектах в республике подтверждает эффективность их применения для теплоснабжения, так как, потребляя 1 кВт·ч электроэнергии, можно производить более 3 кВт·ч тепловой энергии. Эти проекты будущего, которые позволяют все эффективнее уходить от использования энергии газа и ископаемых топлив, будут реализованы на Светлогорском ЦКК, предприятиях «Мозырьсоль» и «Гродно Азот».

Записал Дмитрий Станюта

Вести из регионов. Витебская область

Использование теплового потенциала барды на Богушевском спиртзаводе

В 2019 году на предприятии ОАО «Витебский ликеро-водочный завод «Придвинье» было проведено энергетическое обследование, по результатам которого было предложено использовать тепловой потенциал барды (106°C) на нужды технологического подогрева браги перед подачей на ректификационную установку, а также на нужды подогрева воды для процесса заме-

шивания. В этом случае при попадании барды в охлаждаемый теплоноситель нет необходимости в остановке технологического процесса, а также отсутствуют потери конечного продукта.

В 1 квартале 2021 года была произведена модернизация технологического оборудования и установка дополнительного оборудования для реализации данного мероприятия. Монтаж

необходимого оборудования производился собственными силами филиала «Богушевский спиртзавод». Оборудование приобретено за счет собственных средств ОАО «Витебский ликеро-водочный завод «Придвинье».

Фактический экономический эффект за 1 квартал 2021 года составил 80,4 т у.т. Согласно технико-экономическому обоснованию годовой экономической

эффект должен быть равным 321,7 т у.т. Затраты на внедрение мероприятия составили 163900 рублей при сроке окупаемости около 1 года.

Ю.М. Ковалев, главный специалист инспекционно-энергетического отдела Витебского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР

ПРИМЕРЫ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ

Расчеты-шаблоны ТЭО в помощь специалистам

В июне–июле 2021 года Могилевским областным управлением по надзору за рациональным использованием топливно-энергетических ресурсов были проведены консультативно-обучающие семинары по вопросам энергосбережения со специалистами-энергетиками Могилевской области.

Семинары – это всегда обмен опытом и мнениями. Как новичков, так и специалистов с опытом работы в сфере энергосбережения заинтересовал вопрос разработки технико-экономических обоснований мероприятий по энергосбережению. Методические рекомендации по составлению ТЭО для энергосберегающих мероприятий размещены на официальном сайте Департамента по энергоэффективности Госстандарта www.energoeffekt.gov.by. Управлением же было предложено унифицировать самые распространенные расчеты с помощью таблиц Excel. С помощью таблиц-шаблонов, имея базовые технические знания, можно быстро просчитать условно-годовой экономический эффект или определить фактическую экономию за необходимый период.

Данные шаблоны практически исключают риск возникновения арифметических ошибок, а также существенно снижают не толь-

ко время, потраченное специалистами организаций на выполнение расчетов, но и время, уходящее у специалистов нашего управления на их проверку.

Предлагаем освежить знания по расчетам экономического эффекта от внедрения некоторых энергоэффективных мероприятий.

Технико-экономическое обоснование внедрения энергоэффективного освещения (в том числе с автоматической регулировкой)

Экономический эффект от реализации мероприятия достигается за счет:

- применения современных энергоэффективных осветительных приборов с низким электропотреблением, высокими показателями светового потока на единицу мощности;
- внедрения систем автоматизации управления освещением с контролем уровня освещенности, секционным и зонным управлением, плавным управлением мощностью и световым потоком.

1. Определяем снижение количества электроэнергии, потребляемого при работе освещения. Для этого находим разницу в потреблении для существующей системы освещения и для внедряемой взамен. Потребление систем определяем по следующей формуле:

$$\mathcal{E} = N * n * T * k_{пра} * k_{ay} * k_c * k_{доп} * 10^{-3}$$

Справочная информация

Таблица 1. Время использования максимума осветительной нагрузки рабочего освещения в помещениях, Т

Количество смен	Продолжительность рабочей недели, дни	Годовое число часов использования максимума осветительной нагрузки	
		При наличии естественного освещения	При отсутствии естественного освещения
1	5	750	2150
1	6	600	2150
2	5	2250	4300
2	6	2100	4300
3	5	4150	6500
3	6	4000	6500
	7	4800	7700
Аварийное		4800	8760

Таблица 2. Время использования наружного освещения, Т

Градус широты	Города	Годовая продолжительность, ч
52	Гомель, Брест	3911
53	Гродно	3896
54	Минск, Могилев	3880
55	Витебск	3866
56	Россоны	3842

Таблица 4. Технологический коэффициент спроса осветительной нагрузки, k_c

Объект	k_c
Мелкие производственные и торговые помещения	1,00
Производственные помещения, состоящие из отдельных больших пролетов	0,95
Административные помещения, залы библиотек и предприятий общественного питания	0,90
Производственные помещения, состоящие из нескольких разделенных между собой участков	0,85
Лабораторные и конторско-бытовые помещения, здания лечебных и детских учреждений	0,80
Складские помещения, распределительные устройства и подстанции	0,60
Наружное и аварийное освещение	1,00

Таблица 3. Коэффициент потерь мощности в пускорегулирующем аппарате, $k_{пра}$

Тип источника света	Тип ПРА	Средний коэффициент потерь в ПРА, $k_{пра}$
Лампа накаливания	нет	1,00
Люминесцентная лампа	Электромагнитный	1,22
	Электронный	1,10
Компактная люминесцентная лампа	Электромагнитный	1,27
	Электронный	1,10
Ртутная лампа высокого давления, металлогалогенная лампа	Электромагнитный	1,08
	Электронный	1,06
Натриевая лампа высокого давления	Электромагнитный	1,10
	Электронный	1,06
Драйвер LED	Электронный	1,10

Таблица 5. Коэффициент, учитывающий автоматизацию управления освещением, k_{ay}

Контроль уровня освещенности и автоматическое включение и отключение системы освещения при критических значениях освещенности	0,85-0,9
Зонное управление освещением (включение и отключение освещения дискретно, в зависимости от зонного распределения естественной освещенности)	0,75-0,8
Плавное управление мощностью и световым потоком светильников в зависимости от распределения естественной освещенности	0,6-0,7
Автоматизация отсутствует	1,0

где N, Вт – единичная мощность осветительного прибора (светильника, лампы, прожектора);
 n, шт. – количество осветительных приборов одинаковой мощности, типа, режима эксплуатации;
 $k_{доп}$ – коэффициент дополнительного освещения в пасмурное время (для внутреннего освещения принимается равным 1,08, для наружного – 1).

2. Определение экономии топлива осуществляется по формуле:

$$\Delta B_{эз} = \Delta Э * (1 + k_{пот}^э / 100) * b_{эз}^{зам} * 10^{-6}, \text{ (т.у.т.)}$$

где $b_{эз}^{зам}$ – удельный расход топлива на отпуск электроэнергии; принимается равным фактическому расходу топлива на замыкающей станции в энергосистеме (Лукомльской ГРЭС) за год, предшествующий составлению расчета, г у.т./кВт·ч;

$k_{пот}^э$ – коэффициент, учитывающий потери в электрических сетях ГПО «Белэнерго» за год, предшествующий составлению расчета, %.

Пример расчета, выполненного в шаблоне Excel

УТВЕРЖДАЮ

 " " _____ г.
 м.п.

Технико-экономическое обоснование внедрения энергоэффективного освещения (в том числе с автоматической регулировкой)

Экономический эффект от реализации мероприятия достигается за счет:
 - применения современных энергоэффективных осветительных приборов с низким электропотреблением, высокими показателями светового потока на единицу мощности
 - внедрения систем автоматизации управления освещением с контролем уровня освещенности, секционным и зонным управлением, плавным управлением мощностью и световым потоком

1. Определение потребляемого количества электроэнергии

$$\mathcal{E} = \sum (N * n * k_{пра}) * T * k_c * k_{доп} * k_{ав}$$

$$\Delta \mathcal{E} = (\mathcal{E}_{сущ} - \mathcal{E}_{внедр})$$

	для существующей системы освещения	для внедряемой системы освещения	
	200 119,25	57 176,93	кВт ч
	142 942,32		кВт ч
	0,7000	0,2000	кВт
	60	60	шт
	1,08	1,08	
	4300,0	4300,0	ч
	0,95	0,95	
	1,08	1,08	
	1,00	1,00	

где, N, Вт – единичная мощность осветительного прибора (светильника, лампы, прожектора)
 n, шт – количество осветительных приборов одинаковой мощности, типа, режима эксплуатации
 $k_{пра}$ – коэффициент потери мощности в ПРА (пуско-регулирующих аппаратах, драйверах) осветительного прибора (таблица 3 приложения 7)
 T, часов – время использования максимума осветительной нагрузки (таблица 1, 2 приложения 7)
 k_c – технологический коэффициент спроса осветительной нагрузки (таблица 4 приложения 7)
 $k_{доп}$ – коэффициент дополнительного освещения в пасмурное время (для внутреннего освещения принимается равным 1,08, для наружного – 1)
 $k_{ав}$ – коэффициент автоматизации управлением освещения (таблица 5 приложения 7)

2. Определение экономии топлива осуществляется по формуле:

$$\Delta B = \Delta Э * (1 + k_{пот}^э / 100) * b_{эз} * 10^{-6}$$

где $k_{пот}^э$ – коэффициент, учитывающий потери в электрических сетях
 $b_{эз}$ – удельный расход топлива на отпуск электроэнергии принимается равным фактическому расходу топлива на замыкающей станции в энергосистеме (Лукомльской ГРЭС) за год, предшествующий составлению расчета)

Определение сроков окупаемости мероприятия за счет экономии топлива:

$$Срок = K_{ин} / (\Delta B * C_{топ}), \text{ лет}$$

где, $K_{ин}$ – капиталовложения в мероприятие, руб.;

B – экономия топлива от внедрения мероприятия, т.у.т.;

$C_{топ}$ – стоимость 1 т.у.т. (руб.), уточняется на момент составления расчета.

Стоимость 1 т.у.т. 210 долларов США
 Курс доллара США на момент составления ТЭО принимаем 2,5646 руб

Расчет составил: 10.08.2021 подпись _____ должность _____ ФИО _____

45,2	т.у.т.
24343	руб
8,16	г.у.т./кВт ч
292,1	г.у.т./кВт ч
0,8	лет
20100,0	руб
538,6	руб

Технико-экономическое обоснование внедрения энергоэффективных оконных блоков из ПВХ

Экономический эффект от внедрения оконных блоков из ПВХ достигается за счет:

увеличения термосопротивления оконных блоков и уменьшения расхода тепловой энергии на компенсацию потерь тепла;
 увеличения коэффициента воздухопроницаемости и уменьшения расхода тепловой энергии на нагревание наружного воздуха, поступающего путем инфильтрации через щели оконных проемов;
 увеличения срока службы и отсутствия эксплуатационных затрат (оклейка, покраска).

1. Определяем расход тепловой энергии на компенсацию потерь тепла через оконные проемы для существующих и для устанавливаемых окон:

$$Q = Q_{от} + Q_{и}, \text{ Гкал}$$

Для этого необходимо определить основной годовой расход тепловой энергии на компенсацию потерь тепла через ограждающие конструкции оконных проемов $Q_{от}$ и добавочный годовой расход теплоэнергии на нагревание наружного воздуха, поступающего путем инфильтрации через щели ограждающих конструкций оконных проемов.

1.1 Основной расход рассчитывается по формуле:

$$Q_{от} = F_o / R_t * (t_{вн} - t_{н}) * 0,86 * n * T_{от} * 24 * 10^{-6}, \text{ Гкал};$$

Определение экономии тепловой энергии и топлива за счет внедрения мероприятия. Определение расхода тепловой энергии на компенсацию потерь тепла через оконные проемы:

Существующие	Новые	Гкал
103,0	37,5	

$$Q_{сум} = Q_{от} + Q_{и}, \text{ Гкал}$$

1.1. Основной годовой расход тепловой энергии на компенсацию потерь тепла через ограждающие конструкции оконных проемов

$$Q_{от} = F_o / R_t * (t_{вн} - t_{н}) * 0,86 * n * T_{от} * 24 * 10^{-6}, \text{ Гкал}$$

где F_o – площадь ограждающих конструкций оконных проемов, м²;

R_t – сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций оконных проемов, м² °C/Вт;

R_t нового обор=1 м2 0С/Вт по СН 2.04.02-2020 Здания и сооружения энергетическая эффективность

$t_{вн}$ – расчетные температуры воздуха внутри помещения, °C;

$t_{н}$ – расчетная температура наружного воздуха, °C;

$T_{от}$ – длительность отопительного периода, суток.

n – коэффициент, зависящий от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху, принимаемый по таблице 6.2

СП 2.04.01-2020 «Строительная теплотехника»;

	76,6	23,8	Гкал
	295,1		м ²
	0,31	1,00	м ² °C ч/Вт
	18		°C
	-1,5		°C
	200		дни
	1,0		

Приложение Г

Приведенное сопротивление теплопередаче заполнений световых проемов
 Таблица Г.1

Заполнение светового проема	Приведенное сопротивление теплопередаче $R_{пр}, \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$
Одноразное остекление в деревянных переплетах	0,18
Одноразное остекление в металлических переплетах	0,15
Двойное остекление в деревянных спаренных переплетах	0,39
Двойное остекление в деревянных раздельных переплетах	0,42
Двойное остекление в металлических раздельных переплетах	0,34
Двойное остекление витрин в металлических раздельных переплетах	0,31
Тройное остекление в деревянных раздельно-спаренных переплетах	0,55
Тройное остекление окон в металлических раздельных переплетах	0,46
Блоки стеклянные пустотелые с размерами 194×194×98 мм при ширине швов 6 мм	0,31
Блоки стеклянные пустотелые с размерами 244×244×98 мм	0,33
Профильное стекло швеллерного сечения	0,16
Профильное стекло коробчатого сечения	0,31
Органическое стекло одинарное	0,19
Органическое стекло двойное	0,36
Органическое стекло тройное	0,52
Двухслойные стеклопакеты в деревянных переплетах	0,36
Двухслойные стеклопакеты в металлических переплетах	0,31
Двухслойные стеклопакеты и одинарное остекление в раздельных деревянных переплетах	0,53

где F_o – площадь ограждающих конструкций оконных проемов, м²;
 R_t – сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций оконных проемов, м² °C/Вт. Принимается для существующе-

го варианта по таблице Г.1 ТКП 45-2.04-43-2006 «Строительная теплотехника». После проведения мероприятия принимается на основании данных производителей, но не менее нормативного сопротивления теплопередаче $R_{т,норм}$ (в соответствующих единицах измерения), приведенного в таблице 5.1 указанного ТКП;

0,86 – коэффициент перевода Вт в ккал/ч;

$t_{вн}$, $t_{н}$ – расчетные температуры воздуха внутри помещения и наружного воздуха, °С;

n – коэффициент, зависящий от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху, принимаемый по таблице 5.3 ТКП 45-2.04-43-2006 «Строительная теплотехника»;

$T_{от}$ – длительность отопительного периода, суток;

1.2 Добавочный расход рассчитывается по формуле:

$$Q_{и} = 0,24 * G_{и} * c * (t_{вн} - t_{н}) * A * T_{от} * 24 * 10^{-6}, \text{ Гкал};$$

где $Q_{и} = 0,24 * G_{и} * c * (t_{вн} - t_{н}) * A * T_{от} * 24 * 10^{-6}, \text{ Гкал};$
 A – коэффициент, учитывающий влияние встречного теплового потока, для окон и балконных дверей с раздельными переплетами $A = 0,8$, спаренными переплетами $A = 1,0$;
 $t_{вн}$ – расчетные температуры воздуха внутри помещения, °С;
 $t_{н}$ – расчетная температура наружного воздуха, °С;
 c – удельная теплоемкость воздуха, равная $1 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{°С})$;
 $T_{от}$ – длительность отопительного периода, суток;
 $G_{и}$ – количество воздуха, поступающего в помещения жилых и общественных зданий путем инфильтрации через окна и балконные двери (кг/ч), определяемое по формуле:
 $G_{и} = 0,216 * F_{о} * \Delta P^{0,67} / R_{в}, \text{ кг/ч};$

где $R_{в}$ – сопротивление воздухопроницанию оконных блоков, принимается по таблице Д.1 СП 2.04.01-2020 «Строительная теплотехника» для существующего и реализуемого вариантов, м² ч Па/кг;
 $F_{о}$ – площадь ограждающих конструкций (оконных проемов), м²;
 ΔP – разность давления воздуха у наружной и внутренней поверхностей ограждающих конструкций оконных проемов (Па), определяемая по формуле:
 $\Delta P = H * (p_{н} - p_{в}) + 0,5 * \rho * V^2 * (c_{ен} - c_{ер}) * k_{н}, \text{ Па}$
 H – высота здания от отметки земли до верха карниза, м;
 V – скорость ветра, м/с, принимается по СНБ 4.02.01-03 приложение Е;
 $p_{н}$ – удельный вес наружного воздуха, Н/м³;
 $p_{в} = 3463 / (273 + t_{н})$

	26,4	13,7	Гкал
со	1	1	
	18		°С
	-1,5		°С
	1		кДж/(кг·°С)
	200		дни
	1174,6	608,3	кг/ч

	0,29	0,56	
	295,1		м ²
	12,2		Па
	2,5		м
	4,7		м/с
	12,76		Н/м ³

Приложение М

Сопротивление воздухопроницанию заполнений световых проемов

Таблица М.1

Заполнение светового проема	Количество уплотненных притворов заполнения	Сопротивление воздухопроницанию $R_{в}, \text{ м}^2 \cdot \text{ч}/\text{кг}$ (при $\Delta p = 10 \text{ Па}$) заполнений световых проемов с деревянными переплетами с уплотнением прокладками из		
		пенополиуретана	губчатой резины	полушерстяного шнура
Одинарное остекление или двойное остекление в спаренных переплетах	Один	0,26	0,16	0,12
	Два	0,29	0,18	0,13
Двойное остекление в раздельных переплетах	Один	0,29	0,18	0,13
	Два	0,38	0,26	0,18
Тройное остекление в раздельно-спаренных переплетах	Один	0,30	0,18	0,14
	Два	0,44	0,26	0,20
	Три	0,56	0,37	0,27

где A – коэффициент, учитывающий влияние встречного теплового потока, для окон и балконных дверей с раздельными переплетами $A = 0,8$, со спаренными переплетами $A = 1,0$;

$t_{вн}$, $t_{н}$ – расчетные температуры воздуха внутри помещения и наружного воздуха, °С;

c – удельная теплоемкость воздуха, равная $1 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{°С})$;

$T_{от}$ – длительность отопительного периода, суток;

$G_{и}$ – количество воздуха, поступающего в помещения жилых и общественных зданий путем инфильтрации через окна и балконные двери (кг/ч), определяемое по формуле:

$$G_{и} = 0,216 * F_{о} * \Delta P^{0,67} / R_{в}, \text{ кг/ч};$$

где $R_{в}$ – сопротивление воздухопроницанию оконных блоков, принимается по таблице Д.1 ТКП 45-2.04-43-2006 для существующего и реализуемого вариантов, м² ч Па/кг;

$F_{о}$ – площадь ограждающих конструкций (оконных проемов), м²;

ΔP – разность давления воздуха у наружной и внутренней поверхностей ограждающих конструкций оконных проемов (Па), определяемая по формуле:

$$\Delta P = H * (p_{н} - p_{в}) + 0,5 * \rho * V^2 * (c_{ен} - c_{ер}) * k_{н}, \text{ Па},$$

где H – высота здания от отметки земли до верха карниза, м;

V – скорость ветра, м/с, принимается по СНБ 4.02.01-03, приложение Е;

$p_{н}$ и $p_{в}$ – удельный вес внутреннего и наружного воздуха, Н/м³;

определяется по формуле $\rho = 3463 / (273 + t)$;

ρ – плотность наружного воздуха, кг/м³;

определяется по формуле $\rho = 353 / (273 + t_{н})$, или $\rho = p_{н} / 9,8$;

$c_{ен}$, $c_{ер}$ – аэродинамические коэффициенты для наветренной и подветренной поверхностей ограждающих конструкций здания, принимаемые по СНиП 2.01.07; (Справочно: $c_{ен} = 0,8$; $c_{ер} = -0,6$);

$k_{н}$ – коэффициент учета изменения скоростного давления ветра в зависимости от высоты здания (z), принимаемый по СНиП 2.01.07, см. таблицу:

Высота z , м	≤5	10	20	40	60	80	100	150	200	250	300	≥350
k	0,5	0,65	0,85	1,1	1,3	1,45	1,6	1,9	2,1	2,3	2,5	2,75

2. Определяем годовую экономию тепловой энергии от внедрения энергоэффективных оконных блоков из ПВХ:

$$\Delta Q = Q_{сущ} - Q_{зам}, \text{ Гкал};$$

где $Q_{сущ}$ – годовая расход теплоэнергии на компенсацию потерь тепла через существующие ограждающие конструкции оконных проемов, подлежащие замене, Гкал;

$Q_{зам}$ – годовая расход теплоэнергии на компенсацию потерь тепла через ограждающие конструкции оконных проемов, предлагаемые в качестве замены, Гкал.

3.1 Определяем экономию топлива от снижения потребления тепловой энергии:

$$\Delta B_{т3} = \Delta Q * (1 + k_{пот} / 100) * b_{т3} * 10^{-3}, \text{ т у.т.},$$

где ΔQ – годовое снижение тепловых потерь через ограждающие конструкции (экономию тепловой энергии), Гкал;

$b_{т3}$ – удельный расход топлива на производство тепловой энергии на теплоисточнике, кг у.т./Гкал;

$k_{пот}^{т3}$ – коэффициент потерь в существующих тепловых сетях, %.

3.2 Определяем снижение потребления электроэнергии на теплоисточнике на производство тепловой энергии:

$$\Delta \mathcal{E} = \mathcal{E}_{сн} * \Delta Q, \text{ кВт} \cdot \text{ч};$$

где $\mathcal{E}_{сн}$ – удельный расход электроэнергии на производство и транспорт тепловой энергии для теплоисточника, кВт·ч/Гкал. Принимается на основании данных теплоснабжающей организации;

ΔQ – годового снижения тепловых потерь через ограждающие конструкции (экономию тепловой энергии), Гкал.

3.3 Определяем экономию топлива на источнике электроснабжения:

$$\Delta B_{э} = \Delta \mathcal{E} * (1 + k_{пот}^{э} / 100) * b_{э} * 10^{-6}, \text{ т у.т.},$$

где $\Delta \mathcal{E}$ – снижение потребления электроэнергии на теплоисточнике на производство тепловой энергии, кВт·ч;

$K_{\text{пот}}^3$ – коэффициент потерь электроэнергии в электросетях;

$b_{\text{эз}}$ – удельный расход топлива на отпуск электроэнергии; принимается равным фактическому расходу топлива на замыкающей станции в энергосистеме (Лукомльской ГРЭС) за год, предшествующий составлению расчета, г у.т./кВт·ч.

3.4 Определяем суммарную экономию топлива:

$$\Delta B = \Delta B_3 + \Delta B_{\text{тэ}}, \text{ т у.т.}$$

1.4. Определение экономии топлива от снижения потребления тепловой энергии:

$$\Delta B_3 = \Delta Q * (1 + K_{\text{пот}}^3 / 100) * b_{\text{тэ}} * 10^{-3}, \text{ т у.т.}$$

где $b_{\text{тэ}}$ – удельный расход топлива на производство тепловой энергии на теплоисточнике, кг у.т./Гкал;

$K_{\text{пот}}^3$ – коэффициент потерь в существующих тепловых сетях, %.

1.5. Определение снижения потребления электроэнергии на теплоисточнике на производство тепловой энергии:

$$\Delta \mathcal{E} = \mathcal{E}_{\text{ст}} * \Delta Q$$

где $\mathcal{E}_{\text{ст}}$ – удельный расход электроэнергии на производство и транспорт тепловой энергии для теплоисточника

1.6. Определение экономии топлива на источнике электроснабжения:

$$\Delta B_3 = \Delta \mathcal{E} * (1 + K_{\text{пот}}^3 / 100) * b_{\text{эз}} * 10^{-6}$$

$K_{\text{пот}}^3$ – коэффициент потерь в электрических сетях

$b_{\text{эз}}$ – удельный расход топлива на отпуск электроэнергии принимается равным фактическому расходу топлива на замыкающей станции в энергосистеме (Лукомльской ГРЭС) за год, предшествующий составлению расчета

1.7. Определение суммарной экономии топлива

$$\Delta B = \Delta B_3 + \Delta B_{\text{тэ}}$$

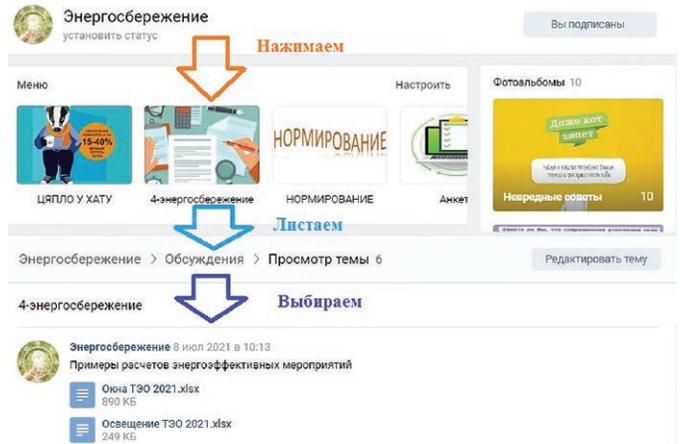
12,0	т у.т.
166,9	кг у.т./Гкал
9,5	%
1506,5	кВт*ч
23	кВт*ч/Гкал

0,5	т у.т.
8,16	
292,1	г у.т./кВт*ч

12,5	т у.т.
------	--------

Ознакомиться с вышеописанными шаблонами расчетов в формате Excel и скачать их можно в группе Вконтакте Могилевского облуправления по надзору за рациональным использованием ТЭР.

<https://vk.com/mogenergoeffekt>



К.А. Церковная, главный специалист производственно-технического отдела Могилевского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР

Энергосмесь

«Стоимость производства электроэнергии из возобновляемых источников в 2020 году»

Международное агентство по возобновляемым источникам энергии (IRENA) опубликовало очередной выпуск своего ежегодного доклада по экономике электроэнергетики «Стоимость производства электроэнергии из возобновляемых источников в 2020 году».

Как нам уже давно известно, солнечная и ветровая энергетика производят самую дешевую электроэнергию во многих регионах и намного превосходят другие технологии генерации по ежегодным объемам привлекаемых инвестиций и вводимых мощностей.

В докладе показано, что стоимость указанных технологий ВИЭ продолжает снижаться. Приведенная стоимость единицы энергии (LCOE) наземной ветроэнергетики за прошедший год снизилась на 13%, офшорной ветроэнергетики – на 9%, солнечной фотоэлектрической – на 7%.

В таблице сведены некоторые показатели экономики ВИЭ (удельные капитальные затраты, КИУМ и LCOE) для разных секторов. Речь здесь идет о средневзвешенных глобальных данных. Разумеется, существуют достаточно сильные региональные отклонения. К слову, КИУМ фотоэлектрической солнечной генерации для проектов, введенных в строй в 2020 году, снизился по сравнению с несколькими предыдущими годами и составил 16,1% в среднем по миру.



Следует отметить, что в некоторых регионах России можно получить более высокий КИУМ.

Как уже отмечалось в ряде других исследований, солнечная и ветровая энергетика стали настолько дешевыми, что их «полная стоимость» (LCOE), в которой учтены капитальные инвестиции, становится ниже эксплуатационных затрат действующих угольных, а порой и газовых, электростанций.

В докладе приводится интересный пример: 800 ГВт существующих мощностей электроэнергетики, работающих на основе угля в мире, имеют более высокие эксплуатационные расходы, чем LCOE новых крупномасштабных солнечных фотоэлектрических и наземных ветровых электростанций, включая, важно подчеркнуть, 0,005 доллара США/кВт·ч «интеграционных расходов» (затрат на интеграцию ВИЭ в энергосистемы).

Как и в предыдущем докладе, обращает на себя внимание чрезвычайно большой разброс капитальных затрат в солнечной энергетике по странам. Мы видим, что самые высокие капитальные затраты, по данным IRENA, отмечаются в России и Японии. При этом, как ни странно, стоимость модулей, несмотря на требования локализации, в России оказывается не сильно выше, чем на других рынках, а высокий Сареx обусловлен другими составляющими.

При расчете LCOE в данной публикации стоимость капитала WACC принималась равной 5% в ОЭСР и Китае и 7,5% в остальном мире. Показатель был снижен по сравнению с прошлогодним докладом, что «отражает недавние изменения в финансовых условиях». Со следующего года IRENA планирует использовать конкретные данные WACC по странам.

Еще интересный момент. IRENA считает, потенциальная приведенная стоимость (зеленого) водорода (LCOH₂) в Саудовской Аравии с учетом актуальной стоимости солнечной и ветровой энергии может уже сегодня составить всего 1,62 доллара США за килограмм. При снижении цен на электролизеры стоимость водорода будет, соответственно, снижаться. Напомним, что в Саудовской Аравии зафиксирована рекордно низкая цена в солнечной энергетике – 1,04 цента США за кВт·ч.

renen.ru

ВЫШЕЛ ОБЩЕСТВЕННЫЙ ОБЗОР РЕАЛИЗАЦИИ В БЕЛАРУСИ ЦУР №12. КАКОЕ МЕСТО В НЕМ ЗАНИМАЮТ ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ?

Эксперты из числа гражданского общества проанализировали, какими темпами в Беларуси «озеленяется» сфера потребления и производства и насколько эффективен этот процесс.

Ключевую роль в процессе подготовки обзора выполнил Центр экологических решений, некоммерческая организация, которая активно работает над реализацией Цели № 12 в стране. В целом среди авторов – ведущие общественные эксперты, которые работают в различных сферах, имеющих отношение к отдельным задачам (из задач состоит любая Цель устойчивого развития).

Процесс подготовки включал в себя многоступенчатые консультации с участниками Партнерской группы, заинтересованными общественными организациями и общественностью. Была организована сверка мнений с Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды, которое в целом ответственно за прогресс по данной Цели в нашей стране.

Самое интересное в отчете – оценка прогресса по конкретным задачам. Такой анализ помогает понять, что происходит в конкретных направлениях, которые потом складываются в общую цель по устойчивому производству и потреблению. В отчете есть примеры того, как общественность и гражданское общество влияло на достижение этой цели. Один из основных выводов отчета заключается в том, что наибольший прогресс зафиксирован в тех областях, где разные сектора активно сотрудничали.

Важно и то, что в отчете можно найти рекомендации на будущее: что нужно делать разным общественным секторам и обычным людям для дальнейшего продвижения к достижению цели.

Цели устойчивого развития – это сейчас, пожалуй, ведущий международный согласованный процесс в сфере общечеловеческого развития, под которым подписались все страны мира в рамках ООН, в том числе и Беларусь.

Все многообразии различных задач, стоящих перед странами в области развития, авторы свели к 17 комплексным целям и соответствующим индикаторам, достижение которых будет означать существенный прогресс в качестве жизни для людей. И этот подход позволяет в какой-то степени синхронизировать усилия разных стран и субъектов.



В отличие от официального обзора, отмечает один из авторов документа, директор Центра экологических решений Евгений Лобанов, общественный обзор дает оценку «со стороны» и без привязки к официальным критериям, что делает его достаточно полезным инструментом для работы многих организаций и ведомств.

Общественный обзор – это неформальный документ, который отражает точку зрения заинтересованной общественности на процесс достижения Цели устойчивого развития в Беларуси. Общественные, или гражданские, обзоры являются одним из инструментов мониторинга реализации тех или иных важных процессов в странах, к которым, в частности, относится процесс достижения Целей устойчивого развития.

Существуют, конечно, официальные обзоры. Их готовят правительства или упол-

номоченные государственные органы. Эти документы представляют собой официальную точку зрения. Общественные обзоры, в отличие от официальных, являются более гибким инструментом мониторинга и позволяют акцентировать внимание на разных аспектах реализации целей. Потому по содержанию общественные обзоры могут отличаться от официальных.

Инициатором подготовки обзора выступила Партнерская группа устойчивого развития – одна из структур национальной архитектуры управления процессом достижения Целей устойчивого развития в Беларуси. Партнерская группа устойчивого развития имеет статус группы открытого состава и включает представителей общественных организаций, бизнеса, международных организаций, которые занимаются вопросами содействия в достижении Целей устойчивого развития.

Часто официальный анализ прогресса основывается только на официальных индикаторах, которые утверждены для каждой задачи. На практике этого может оказаться недостаточно для того, чтобы разобраться, что действительно происходит в стране с той или иной задачей. Подготовка общественных обзоров может являться еще одним инструментом для оценки прогресса в этой сфере.

Почему отчет касается только одной Цели, если их намного больше? Двенадцатая цель была выбрана как одна из наиболее комплексных, охватывающих очень разноплановые задачи в пересекающихся плоскостях экономики, социальной сферы и охраны окружающей среды.

Для Партнерской группы в Беларуси процесс подготовки общественного обзора является пилотным. То есть команда сделала этот обзор в том числе и для того,

чтобы понять процесс, научиться выработать такие документы.

Планируется, что подобная практика будет распространена в будущем и на другие цели устойчивого развития.

Этот документ будет полезен всем, кто работает в области развития или занимается конкретными вопросами, которые относятся к сфере устойчивого производства и потребления. В целом обзор является еще одним источником информации о том, что происходит в области устойчивого производства и потребления в Беларуси, при этом документ отражает взгляды общественности и обычных людей.

Для государственных органов этот документ, например, дает еще одну точку зрения на ситуацию в отдельных сферах, в которых страна обязалась достичь определенного прогресса. Обзор также указы-

вает на болевые точки в отдельных задачах, которые требуют решения.

Для организаций гражданского общества этот обзор в определенной степени фиксирует точку зрения по поводу состояния с устойчивым производством и потреблением в Беларуси на момент начала 2021 года, дает ряд рекомендаций по дальнейшей работе в сфере.

Сейчас экологически дружелюбный образ жизни становится все более распространенным трендом в обществе. За этим словосочетанием стоят серьезные изменения в разных сферах жизни общества, и устойчивое производство и потребление являются, пожалуй, самым главным из них. Именно поэтому, если вы хотите разобраться в экологических изменениях в Беларуси, стоит почитать обзор.

Полная версия обзора размещена на сайте Центра экологических решений в разделе «Медиатека».

ОТВЕТСТВЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО И ПОТРЕБЛЕНИЕ В БЕЛАРУСИ

Тренды, барьеры, рекомендации. Общественный обзор реализации Цели устойчивого развития 12 (Выдержки)

Оценка ситуации в области достижения отдельных задач в рамках ЦУР 12 в Беларуси

...В 2016 г. в стране был принят первый Национальный план действий по развитию зеленой экономики в Республике Беларусь до 2020 г. (4), который по сути является единственным плановым документом, частично затрагивающим вопросы перехода к рациональным моделям потребления и производства.

В целом приоритеты Национального плана по развитию зеленой экономики (развитие электротранспорта, энергоэффективность в строитель-

стве, снижение энергоемкости ВВП, повышение использования возобновляемых источников энергии, создание условий для развития органической продукции, устойчивое производство и потребление, развитие экологического туризма) не противоречат приоритетам Десятилетней стратегии действий по переходу к использованию рациональных моделей потребления и производства (устойчивые общественные закупки, доступность информации для потребителей по устойчивому производству и потреблению, устойчивый туризм, устойчивый образ жизни и образование, устойчивое строительство и здания, устойчивые пищевые системы), но в то же время не охватывают весь спектр действий, необходимых для достижения ЦУР 12. ▶

Задача 12.с Рационализировать субсидирование использования ископаемого топлива

12.с Рационализировать отличающееся неэффективностью субсидирование использования ископаемого топлива, ведущее к его расточительному потреблению, посредством устранения рыночных диспропорций с учетом национальных условий, в том числе путем реорганизации налогообложения и постепенного отказа от вредных субсидий там, где они существуют, для учета их экологических последствий, в полной мере принимая во внимание особые потребности и условия развивающихся стран и сводя к минимуму возможные негативные последствия для их развития таким образом, чтобы защитить интересы нуждающихся и уязвимых групп населения.

По данным национального показателя к данной задаче, загруженным на Платформу отчетности, сумма госсубсидий в использование торфобрикета постепенно уменьшается, начиная с 0,04% в 2011 г. до 0,02% в 2019 г. на единицу ВВП. Обращаем внимание, что из определения Белстата непонятно, что именно является единицей ВВП в данном случае.

Согласно информации, опубликованной на сайте Белстата, субсидии в твердые виды топлива (торфобрикет) сократились в два раза за период 2011–2019 гг. Тем не менее, согласно данным Белстата (28), ВВП Беларуси в 2019 г. соста-

вил 134 732 млн руб. При объеме потребления торфобрикета на уровне 962 тыс. тонн в 2019 г. (29) субсидии на тонну потребления торфобрикета составили 28 руб./т при рыночной стоимости торфобрикета в 95–105 руб./т (30), или составляют около 30% от его стоимости, что остается достаточно высоким показателем.

Не учитываются данные о субсидировании других видов топлива, таких как природный газ, электрическая и тепловая энергия для населения и отдельных видов промышленных потребителей. Субсидии на эти виды топлива осуществляются в рамках системы перекрестного субсидирования, а не в рамках прямых выплат из бюджета, однако административное поддержание цены на энергоресурсы на уровне ниже рыночных ведет к излишнему их потреблению или к сокращению стимулов заниматься повышением энергоэффективности. Наличие субсидий на потребление электрической и тепловой энергии населением ведет к дополнительному их потреблению, а следовательно, и к увеличению потребления топлив для их производства, которые на данный момент времени практически полностью являются ископаемыми.

Тариф на потребление электрической энергии для промышленных потребителей составляет 0,28666 руб./кВт·ч, тариф для населения составляет 0,23 руб./кВт·ч (31). Вообще тарифная сетка достаточно разнообразна, и в данном отчете приведены наиболее популярные тарифные планы, однако в последнее время количество тарифов зна-

чительно расширилось для потребления электроэнергии на различные цели. При этом все новые потребители получают определенное снижение тарифа относительно средней себестоимости производства электроэнергии. Наличие двухставочных тарифов не является субсидией, так как по более дешевому тарифу потребляется электроэнергия, производимая на более эффективных установках, однако появляются тарифы для энергоемких потребителей, тариф для которых в любой период времени значительно ниже, чем для промышленных потребителей. Наиболее низкие тарифы для потребителей свыше 275 млн кВт·ч в год – 0,10702 руб./кВт·ч в период с 23.00 до 6.00 часов (практически втрое ниже, чем тариф для промышленных потребителей с мощностью до 750 кВт), а в остальной период – 0,12301 руб./кВт·ч, более чем в два раза ниже.

Аналогичная ситуация складывается при потреблении тепловой энергии: тариф на тепловую энергию для населения составляет с 1 января по 31 мая включительно – 20,6216 руб. за 1 Гкал, с 1 июня по 31 декабря включительно – 21,9245 руб. за 1 Гкал, в то время как тариф на тепловую энергию для нужд отопления и горячего водоснабжения, обеспечивающий полное возмещение экономически обоснованных затрат, – 107,31 руб. за 1 Гкал. Таким образом, субсидирование потребления тепловой энергии составляет более 80%.

При этом если в крупных городах теплоснабжение осуществляют организации ГПО «Белэнерго», которые

могут осуществлять перекрестное субсидирование между промышленными потребителями и населением, то в небольших населенных пунктах субсидирование осуществляется за счет местных бюджетов. При этом структура потребления топлив в котельных районных ЖКХ состоит из древесины и другой биомассы (30%) и 68% природного газа и 2% торфа и других видов ископаемого топлива.

При потреблении природного газа тарифы для населения также значительно ниже, что снижает стимулы к реализации энергоэффективных мероприятий при отоплении частных жилых домов. Так стоимость тыс. куб. метров природного газа для населения составляет 136–140 руб. В то же время для юрлиц цена составляет около 560 руб. Следует также отметить, что существуют юридические лица, потребители природного газа, для которых установлены иные тарифы. Например, производители шерстяных тканей покупают природный газ по 214 руб.

На основании вышесказанного можно сделать следующие выводы. Динамика в направлении сокращения субсидий в производство торфобрикета положительно сказывается на достижении целей устойчивого развития. Значительный объем субсидий (существует как в виде перекрестного субсидирования, так и в виде прямых выплат из местных бюджетов) не учитывается при оценке процесса достижения 12 ЦУР. При этом объемы субсидий, которые не учитываются, значительно превышают субсидии в производство торфобрикета. ■

Подготовил Д. Станюта

Энергосмесь

Тарифы за некоторые ЖКУ будут считаться по-новому с 1 сентября

С 1 сентября текущего года плата за техническое обслуживание лифта будет исчисляться исходя из общей площади квартиры. Это предусмотрено Указом Президента Республики Беларусь от 24 декабря 2020 г. № 490 «Об установлении тарифов для населения в сфере жилищно-коммунального хозяйства на 2021 год». Тариф станет, как планируется, 0,0584 рубля за один квадратный метр, то есть, чем больше площадь квартиры, тем больше придется заплатить за техобслуживание лифта.

Также с 1 сентября также по новой схеме будут начислять плату за санитарное содержа-

ние вспомогательных помещений жилого дома (уборку подъездов) и за электроэнергию, которую потратили на освещение вспомогательных помещений и работу оборудования, за исключением лифта. За эти услуги, как и за техническое обслуживание лифта, будут взимать плату исходя из общей площади квартиры, а не по количеству зарегистрированных в квартире человек.

Заметим, что до 23 марта 2016 года эти услуги оплачивались в зависимости от общей площади квартир. В соответствии с действующим законодательством (статьи 210–211 Гражданского кодекса Республики Беларусь) право

собственности наделяет собственника не только правами владения, пользования и распоряжения имуществом, но и обязанностью по содержанию принадлежащего ему имущества. В соответствии с общими подходами в жилищном законодательстве участник совместного домовладения обязан нести расходы по эксплуатации (содержанию, техническому обслуживанию, текущему ремонту и капитальному ремонту) общего имущества пропорционально его доле в праве общей собственности на это имущество. ■

Министерство жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь



ПРОИЗВОДИМ

ТЕПЛОСЧЕТЧИКИ

ТЭМ-104М
ТЭМ-104-КУ
ТЭМ-104-К

РАСХОДОМЕРЫ

PCM-03
PCM-05
PCY-05
PCM-06

РЕГУЛЯТОРЫ

АРТ-05
АРТ-01



ПРЕДПРИЯТИЕ

АРВАС

Предлагаем комплексное решение
для диспетчеризации как группового,
так и квартирного учета тепловой энергии!



ПОВЕРКА И РЕМОНТ ТЕПЛОСЧЕТЧИКОВ МАРКИ ТЭМ И РАСХОДОМЕРОВ РСМ

г. Минск, ул. В. Хоружей, 32А

+375-17 358-23-96,
+375-17 337-10-27 (факс),
+375-44 555-36-49

Сервис-инженер:
+375-17 517-17-93

E-mail: service@arvas.by

АДРЕС

Республика Беларусь, 223035, Минский район,
поселок Ратомка, ул. Парковая, 10

Телефоны:

+375-17 517-17-47, +375-17 517-17-55 (факс)

E-mail: info@arvas.by

ОТДЕЛ ПРОДАЖ

Телефоны:

+375-29 104-58-23
+375-17 517-17-89
+375-17 517-17-90
+375-17 517-17-31 (факс)

E-mail: sales@arvas.by

arvas.by
infoteplo.by

Ценно то, что подтверждается цифрами

Энергоэффективность «зеленого» производства

Могилевское государственное производственное лесохозяйственное объединение (ГПЛХО) является объединением государственных юридических лиц области, ведущих лесное хозяйство. В состав объединения входят 13 лесохозяйственных учреждений (лесхозов), которые подразделяются на 118 лесничеств, 366 лесохозяйственных участков и 1696 обходов.

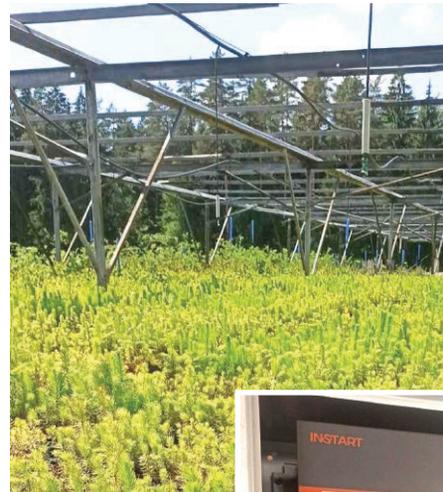


Лесопользование представлено различными видами пользования с преобладанием заготовки древесины. Залог эффективности в таком производстве – рациональное, комплексное использование древесины и других продуктов. Для этого осуществляется организация полной глубокой переработки древесины с целью получения продукции с наивысшей долей добавленной стоимости, полная утилизация отходов, в т.ч. для



нужд энергетики. Достигаются эти цели путем модернизации существующих и создания таких новых мощностей по переработке древесины, как линии сортировки, лесопиления, сушильные комплексы и производства пеллет.

Эффективность же использования энергоресурсов на «зеленых» производствах достигается и повышается путем реализации энергоэффективных мероприятий. Суммарные показатели выполнения мероприятий по энергосбережению Могилевского ГПЛХО приведены на диаграмме.



Одним из распространенных направлений энергосбережения является внедрение частотно-регулируемых электроприводов на механизмах с переменной нагрузкой. За 2019–2021 годы

в объединении введено в эксплуатацию 36 ЧРЭП и получен суммарный экономический эффект в размере 179,5 т. у.т. Так, за январь–июнь 2021 года внедрено 16 ЧРП на деревообрабатывающих станках и насосном оборудовании Глусским, Климовичским, Чаусским, Чериковским и другими лесхозами области. Это принесло суммарную экономию более 58 т. у.т. Экономический эффект от таких мероприятий достигается за счет экономии электроэнергии в случае с переменной нагрузкой, высокой точности регулирования, дополнительной экономии электроэнергии от оптимизации возбуждения электродвигателя и проч. ■

Светлана Заграбанец, заместитель начальника Могилевского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР

МОДЕРНИЗАЦИЯ

СОЗДАНИЕ В ЛЕСХОЗАХ ОТРАСЛИ МОЩНОСТЕЙ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ НИЗКОТЕПЛОТНОЙ ДРЕВСИНЫ

- 1 линия сортировки
- 7 линий лесопиления (10 тыс. куб. м)
- 18 сушильных комплексов (12 тыс. куб. м)
- 5 производств оцилиндровки и окорки (2,5 тыс. куб. м)
- 7 производств по выпуску топливных пеллет (165 тыс. тонн)

Шаги к экологичности – электротранспорт и устойчивая городская мобильность

В настоящее время автотранспортное предприятие ОАО «Могилевоблавтотранс» делает все новые шаги по развитию электротранспорта. Так, например, в 2020 году было проведено энергетическое обследование ОАО «Могилевоблавтотранс», в рамках которого, в том числе, рассматривался вопрос внедрения электробусов. Специалистами-энергоаудиторами было рассчитано, что фактическая экономия электроэнергии при внедрении электробуса составляет порядка 14%.

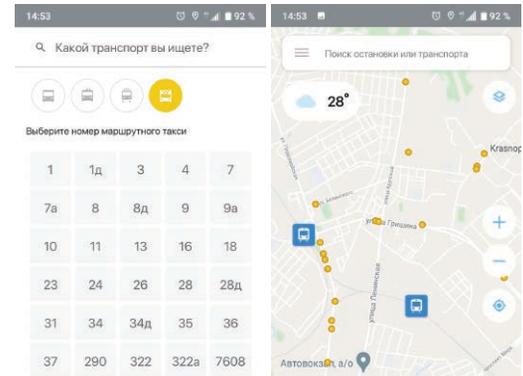
Хотелось бы отметить, что в ходе энергоаудита рассмотрено также внедрение автономного хода у троллейбусов с электронной системой управления. Предлагалось троллейбус с транзисторной системой управления оснастить литий-ионным аккумулятором (ЛИА) с целью обеспечения троллейбуса установкой автономного хода. Подсчитано: троллейбус с ЛИА может экономить дополнительно 0,6 кВт·ч электроэнергии на 1 км пробега.

Электробус при всей своей экологичности – удовольствие недешевое, по крайней мере, дороже обычного троллейбуса. Его приобретение и обслуживание заряд-

ных станций требует крупных капиталовложений. Тем не менее, предприятием запланирована поэтапная замена старого транспортного парка на новый – экологичный, экономичный и удобный.

Что же касается планов устойчивой городской мобильности, то уже сейчас в онлайн-режиме можно увидеть передвижение городского транспорта в «Яндекс-картах» в разделе «Транспорт». А передвижение маршрутных такси в онлайн-режиме можно увидеть, загрузив программу «Транспорт.by» на платформе «Play Market».

Актуальная информация по маршрутной сети отражается на официальных сайтах горисполкомов в разделе «Транспорт»



(для города Могилева – <http://mogilev.gov.by/transport>).

Использование электронных технологий позволяет оптимизировать маршруты, лучше распределять свое время, больше использовать общественный, а не личный транспорт, тем самым экономя топливно-энергетические ресурсы и внося посильный вклад в улучшения экологической обстановки в родном городе. ■

И.В. Старовойтова, главный специалист инспекционно-энергетического отдела Могилевского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР

Первый электробус появится в Витебске до конца текущего года

16 июля 2021 года Министерство энергетики Республики Беларусь совместно с администрацией Китайско-Белорусского индустриального парка «Великий камень» провели День электротранспорта.

В рамках вышеуказанного мероприятия в Витебском областном управлении по надзору за рациональным использованием топливно-энергетических ресурсов прошел информационный час на тему «Электротранспорт г. Витебска и Витебской области» с участием старшего инспектора ГАИ УВД Витебского областного исполнительного комитета Андрея Закревского и заместителя начальника троллейбусного депо ОАО «Витебскоблавтотранс» Дмитрия Савчица.

В ходе мероприятия были освещены вопросы по количеству зарегистрированного электротранспорта, распространению правил дорожного движения на водителей электросамокатов, электровелосипедов и проч.,

а также перспективы развития общественного транспорта на электротяге.

В Витебской области на данный момент зарегистрировано 86 электромобилей, в том числе в г. Витебске – 41 единица, что почти в 7 раз больше, чем в прошлом году. Наибольший прирост электромобилей наблюдается в крупных городах: Орше (30 ед.) и Полоцке (8 ед.). В районных центрах в связи с недостаточным развитием инфраструктуры зарегистрировано меньшее количество такого транспорта: г. Миоры – 4 ед., г. Глубокое – 2 ед., г. Лепель – 1 ед.

В настоящее время индивидуальный мобильный электротранспорт (электрические самокаты, гироскутеры, сегвеи, моноколеса и проч.) не подлежит государственной регистрации транспортных средств, и для управления таким электротранспортом водительское удостоверение не требуется.

На сегодняшний день динамичнее всего развивается пасса-

жирский электротранспорт. Его техническую разработку в Беларуси осуществляют два предприятия – ОАО «Управляющая компания холдинга «Белкоммунмаш» и ОАО «Минский автомобильный завод». Благодаря им на улицы крупных городов вырываются электробусы, а среди троллейбусной техники классической формы построения все чаще встречаются троллейбусы с автономным ходом. Предприятия используют две разные концепции построения техники. Концепция «Белкоммунмаш» основана на быстрых зарядных станциях. Методика МАЗа исходит из большей емкости батареи. По информации, озвученной заместителем начальника троллейбусного депо ОАО «Витебскоблавтотранс», в Витебске первый электробус появится до конца текущего года.

Участники инфочаса обсудили и преимущества электротранспорта – нулевые выбросы, отсутствие топлива, дешевиз-

ну техобслуживания, снижение уровня шума, – и такие его проблемы, как высокая стоимость и недостаточное развитие зарядной инфраструктуры.

Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 9 апреля 2021 г. № 213 принята Комплексная программа развития электротранспорта на 2021–2025 годы. Цель документа – создание новой области экономического роста на основе формирования отрасли машиностроения – производства электротранспорта, а также условий для увеличения количества используемых транспортных средств на электрической тяге, расширения инфраструктуры электротранспорта и минимизации негативных влияний на экологию. ■

И.А. Добыш, заведующий группой технического обеспечения Витебского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР

Высокопроизводительные рафинеры для размола волокнистых материалов внедрены на бумажной фабрике «Красная Звезда»

Технология производства бумаги представляет собой сложный многостадийный процесс, осуществляемый с помощью различных по конструкциям, принципам действия и протекающим в них процессам аппаратов непрерывного действия.



Размол – один из важнейших процессов бумажного производства, от которого в значительной степени зависят свойства бумаги. Размол ведется с использованием воды в размалывающих аппаратах периодического и непрерывного действия – роллах, конических мельницах, рафинерах и др.

На бумажной фабрике в г. Чашники Витебской области для этих целей использовались различные мельницы, в том числе и МД-14 единичной установленной мощностью 160 кВт и производительностью 60 т/сут. За один технологический цикл на таком оборудовании было невозможно достигнуть нужной стадии помола, что, в свою очередь, сказывалось на нормальной загрузке бумагоделательных машин при производстве мешочной крафт-бумаги из сульфатной белой целлюлозы из хвойной древесины.

В целях увеличения производительности и снижения издержек было принято решение об усилении «слабого звена» бумажного производства высокопроизводительными рафинерами. В марте 2021 г. на предприятии были установлены два высокопроизводительных рафинера DD-600, оснащенных частотно-регулируемым электроприводом единичной установленной мощностью 280 кВт и производительностью 120 т/сут.

Экономия электроэнергии при установке высокопроизводительных рафинеров достигается за счет таких особенностей, как высокая точность регулирования; экономия до 50% электроэнергии в случае работы электродвигателя с неполной за-

грузкой; плавный пуск двигателя, что значительно увеличивает его моторесурс; стабилизация скорости вращения при изменении нагрузки; снижение потерь на дросселирование в регулирующих устройствах; оптимизация режима работы установки в зависимости от рабочих параметров.

Работы по монтажу оборудования и пусконаладке были выполнены собственными силами предприятия. Капиталовложения в данное мероприятие составили 223,65 тыс. рублей из собственных средств предприятия.

Экономический эффект мероприятия за 3 месяца составил 45,5 т у.т, срок его окупаемости рассчитан как 2,02 года. Удельный расход электрической энергии на тонну бумажной массы снижен с 64 кВт·ч/т до 56 кВт·ч/т. ■

Е.В. Скоромный, главный специалист инспекционно-энергетического отдела Могилевского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР,

И.А. Кухаренко, главный энергетик филиала «Бумажная фабрика «Красная Звезда» ОАО «Светлогорский ЦКК»

Устанавливаем нормы расхода электроэнергии на зарядку электромобиля

В Витебское областное управление впервые обратилась организация для осуществления административной процедуры по установлению нормы расхода электроэнергии на зарядку электромобиля. Одна из Новополоцких компаний установила зарядный пост на стоянке своих автотранспортных средств по ул. Кторовой для зарядки арендуемого организацией электромобиля.

Зарядный пост выполнен с использованием приборов учета, корпусных элементов отечественного производства и контроллера зарядки австрийской фирмы. Мощность электростанции 12 кВт. Компания использу-



ет электромобиль марки Tesla с электрическим двигателем, батареей емкостью 100 кВт·ч и запасом хода 613 км. Время полной зарядки составляет согласно расчету 9,2 часа.

Для сотрудников управления, которые непосредствен-

но занимаются установлением норм расхода топливно-энергетических ресурсов, это новый интересный опыт по изучению методики расчета, характеристик зарядных станций, преимуществ и недостатков электромобиля.

Планируется годовой пробег электромобиля 60000 км, расчетные затраты электрической энергии на указанный пробег составляют 13 тысяч кВт·ч при норме расхода электроэнергии 217 кВт·ч/тыс. км. Электроэнергия на цели зарядки относится к тарифной группе «Электрическая энергия, используемая станциями электростанциями стационарными, предназначенными для зарядки электромобилей» и оплачивается по одноставочному тарифу 0,17482 руб./кВт·ч. Финансовые затраты на зарядку автомобиля за год составят около 13000 кВт·ч * 0,17482 = 2272,7 рубля, или 3,8 рубля на 100 км.

Расход легкового бензинового авто подобного класса и мощности составляет 10–14 л/100 км. При стоимости 1 литра бензина 2,01 рубля минимальные затраты на 100 км составят $10 \cdot 2,01 = 20$ рублей, а на 60000 км – 12060 рублей в год, то есть в 5,3 раза дороже, чем затраты на электроэнергию для зарядки электромобиля. Электрический автомобиль является отлич-

ным способом сэкономить на топливе.

Еще одним из аспектов при выборе между электромобилем и классическим авто является снижение вредного воздействия на окружающую среду и шаг к «зеленому» образу жизни. Выхлопные газы автомобилей с двигателями внутреннего сгорания содержат вредные токсичные вещества и с учетом количества автомобилей в мире

все больше загрязняют нашу землю. Поэтому приятной новостью становится каждое приращение в парке электротранспорта страны, тем более что география зарядных станций по республике с каждым годом расширяется, в планах к концу 2021 года – более 600 зарядных станций.

В связи с вводом в эксплуатацию БелАЭС в республике создаются условия для заме-

щения импортируемых видов топлива электроэнергией: создана соответствующая нормативная база, используется стимулирующая тарифная политика. ■

И.С. Лемешова, заместитель начальника производственно-технического отдела Витебского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР

Общие нарушения при обследовании объектов жилищно-коммунального хозяйства в первом полугодии

По итогам работы за январь–июнь 2021 года в рамках осуществления надзора за рациональным использованием ТЭР в соответствии с Указом Президента Республики Беларусь от 16 октября 2009 г. № 510 «О совершенствовании контрольной (надзорной) деятельности в Республике Беларусь» Минским областным управлением по надзору за рациональным использованием ТЭР проведено шесть проверок согласно плану выборочных проверок Минской области на 1-е полугодие 2021 г.

При проведении проверочных мероприятий в ГУП «ОЖКХ» г. Жодино, КУП «Копыльское ЖКХ», ГУП «Вилейское ЖКХ», КУП «Клецькое ЖКХ», СГУПП «ЖКХ «Комплекс», КУП «Стародорожское ЖКХ» было выявлено нерациональное использование и резерв экономии топливно-энергетических ресурсов в размере 12,8 тыс. т у.т.

Общими нарушениями (недостатками), которые выявляются при обследовании объектов жилищно-коммунального хозяйства, являются:

1. Отсутствие тепловой изоляции на теплоиспользующем оборудовании, трубопроводах систем ГВС и отоплении и необходимость ее ремонта – нарушение требований п. 10.36, п. 11.31, п. 16.7 ТКП 458-2012 «Правил технической эксплуатации теплоустановок и тепловых сетей потребителей».

2. Неисправность систем регулирования подачи тепловой энергии и отсутствие систем регулирования подачи тепловой энергии – нарушение требований п. 11.14, п. 11.15, п. 11.45 ТКП 458-2012 «Правил технической эксплуатации теплоустановок и тепловых сетей потребителей», п. 6.5.8 ТКП 45-1.04-208-2010 «Здания и сооружения. Техническое состояние и обслуживание строительных

конструкций и инженерных систем и оценка их пригодности к эксплуатации», части 2 подпункта 7.2.1 пункта 7 постановления Совета Министров Республики Беларусь от 24 июня 2021 г. № 360 «О подготовке к работе в осенне-зимний период 2020/2021 года».

3. Отсутствие приборов учета расхода тепловой энергии системы ГВС в жилых домах при наличии технической возможности – несоблюдение требований п. 9.7.20 ТКП 45-1.04-305-2016 «Здания и сооружения. Техническое состояние и обслуживание строительных конструкций и инженерных систем и оценка их пригодности к эксплуатации», п. 8.1 ТКП 458-2012 «Правил технической эксплуатации теплоустановок и тепловых сетей потребителей», части 2 подпункта 7.2.1 пункта 7 постановления Совета Министров Республики Беларусь от 24 июня 2020 г. № 360 «О подготовке к работе в осенне-зимний период 2020/2021 года».

4. Использование приборов учета расхода тепловой энергии с истекшим сроком межповерочного интервала – несоблюдение п. 5.6, п. 5.9 ТКП 411-2012 «Правил учета тепловой энергии и теплоносителя» и «Описание типа средства измерений для государственного реестра средств измерений» для ТЭРМ-02, утвержденных РУП «БелГИМ» в 2016 г.

5. Отсутствие приборов визуального контроля (термометров, манометров) в ИТП многоквартирных жилых домов и ЦТП – нарушение требований п. 11.48, п. 11.49 ТКП 458-2012 «Правил технической эксплуатации теплоустановок и тепловых сетей потребителей», п. 9.7.2 ТКП 45-1.04-305-2016 «Здания и сооружения. Техническое состояние и обслуживание строительных конструкций и инженерных систем и оценка их пригодности к эксплуатации».

6. Прямые потери теплоносителя по причине неисправности запорной арматуры – несоблюдение требований п. 9.2.2, п. 9.8.3 ТКП 45-1.04-305-2016 «Здания и сооружения. Техническое состояние и обслуживание строительных конструкций и инженерных систем и оценка их пригодности к эксплуатации».

7. Нарушение периодичности проведения режимно-наладочных испытаний котлоагрегатов – несоблюдение требований п. 210 постановления Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 28.01.2016 г. № 7 «Об утверждении Правил по обеспечению промышленной безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением».

8. Не обеспечено надлежащее хранение топлива (дров) для топливных нужд – несоблюдение требований подпункта 6.4 пункта 6 ТУ ВУ 100725266.010-2010 «Древесина для топливных нужд».

За нарушение требований законодательства в сфере энергосбережения было составлено 36 протоколов об административном правонарушении в отношении юридических и физических лиц.

По итогам проверок было выдано 6 предписаний устранения нерационального расходования топлива, электрической, тепловой энергии и других нарушений действующего законодательства в сфере энергосбережения. Выполнение пунктов предписаний находится на контроле инспекционно-энергетического отдела управления. ■

О.Н. Минин, заместитель начальника Минского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР – начальник инспекционно-энергетического отдела

Реконструкция азотно-кислородной станции позволила увеличить производство азота до 600 кубометров в час

Лидское ОАО «Лакокраска» проводит целенаправленную работу по снижению потребления топливно-энергетических ресурсов, внедряет значительное количество энергосберегающих мероприятий, позволяющих снизить энергоёмкость и себестоимость единицы выпускаемой продукции.

Недавно здесь завершена реконструкция азотно-кислородной станции с установкой энергосберегающей воздухо-

делительной азотной станции нового поколения.

До реконструкции в существующем здании азотно-кислородной станции были размещены две установки разделения воздуха АК-0,6 с производительностью каждой до 550 м³/час с непрерывным технологическим процессом. Они находились в эксплуатации более 26 лет.

Проектом реконструкции была предусмотрена замена одной установки разделения воздуха на энергосберегающую станцию. С вводом в эксплуатацию новой азотной станции старая установка АК-0,6 отправлена в резерв.

В состав энергоэффективной азотной станции входят: воздушный винтовой компрессор с воздушным охлаждением, частотным регулированием производительности и встроенным адсорбционным осушителем; ге-

нератор азота короткоциклового; пылевой фильтр для очистки сжатого азота; компрессор дожимающий поршневой с воздушным охлаждением; ресивер сжатого воздуха объемом 10 м³; ресивер сжатого азота объемом 5 м³; блок сушки воздуха.

Предусмотрено два режима работы генератора азота. Потребность в электрической энергии на технологические нужды составляет 290,64 кВт. Линия работает 356 дней в году, в двухсменном режиме с продолжительностью смены 12 часов.

Реализация данного мероприятия позволяет расходовать на производство 1 тыс. м³ азота не более 86 кВт·ч электроэнергии, тем самым снизив годовое потребление электрической энергии на 577,8 МВт·ч. Ожидаемый экономический эффект от реализации данного мероприя-



тия в текущем году – 398,1 т у.т. За второй квартал 2021 года в результате данного мероприятия сэкономлено 121,2 т у.т. топливно-энергетических ресурсов. ■

С.П. Севрюков, главный специалист инспекционно-энергетического отдела Гродненского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР



Готовится к реализации инвестиционный проект по повышению энергоэффективности объектов социальной сферы

В Гродненской области проводится работа по подготовке к реализации перспективного инвестиционного проекта по повышению энергоэффективности объектов социальной сферы Республики Беларусь за счет средств Международного банка реконструкции и развития.

Гродненским областным управлением по надзору за рациональным использованием топливно-энергетических ресурсов Департамента по энергоэффективности совместно с облисполкомом подготовлены предложения по 98 объектам учреждений образования, здравоохранения, культуры, спорта и туризма, социальной защиты для включения в проект с ориентировочным объемом инвестиций 13,5 млн долларов США, в том числе за счет займа 12,8 млн долларов США, за счет средств местного бюджета 0,7 млн долларов США и с экономией ТЭР 5,4 тыс. т у.т.

При подготовке предложений применен комплексный подход по повышению энергоэффективности зданий учреждений социальной сферы. Основными энергосберегающими мероприятиями, предложенными для реализации, являются: тепловая модернизация ограждающих конструкций здания, замена оконных блоков и входных групп с установкой энергосберегающих стеклопакетов, внедрение солнечных коллекторов, внедрение энергоэффективного элек-

троборудования и осветительных устройств, установка термостатических регуляторов.

В соответствии с п. 6.4 Положения о Департаменте по энергоэффективности Госстандарта, утвержденного постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 31.07.2006 № 981 «Вопросы Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь», и на основании ходатайства Гродненского областного исполнительного комитета сотрудниками управления проводятся обследования объектов организаций социальной сферы с целью определения резервов экономии топливно-энергетических ресурсов.

В ходе обследований анализируется состояние конструкций зданий, включая фасады, окна, кровлю, двери, а также систем освещения, вентиляции, отопления и горячего водоснабжения, техническая документация, сведения о потреблении ТЭР, выполняются измерения оборудованием аккредитованной лаборатории инспекционно-энергетического отдела.

По выявленным резервам экономии ТЭР, обследованным организациям социальной сферы предлагаются энергосберегающие мероприятия с расчетом экономического эффекта от их внедрения и сроком окупаемости.

Например, УО «Гродненский государственный профессионально-технический колледж

бытового обслуживания населения» несмотря на проводимую учреждением работу в сфере энергосбережения (установлены энергоэффективные оконные блоки из ПВХ) предложены к внедрению мероприятия по тепловой модернизации ограждающих конструкций (стен) зданий учебного корпуса и общежития (4133 кв. м), а также установка регуляторов расхода тепловой энергии. Согласно расчету, ожидаемая экономия ТЭР от реализации энергоэффективных мероприятий составляет 64,35 т у.т., или 28,13% от суммарного потребления организацией топливно-энергетических ресурсов.

УО «Гродненский областной Дворец творчества детей и молодежи» предложены мероприятия по внедрению солнечного гелиоводонагревателя и тепловой модернизации ограждающих конструкций (стен) зданий (1500 кв. м) с расчетной суммарной экономией топливно-энергетических ресурсов 27,56 т у.т.

В целях выявления резервов экономии ТЭР и внедрения энергосберегающих мероприятий в организациях Гродненской области планируется и в дальнейшем, на постоянной основе, проведение подобных обследований. ■

Гродненское областное управление по надзору за рациональным использованием ТЭР

ИНВЕСТИЦИИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКУ ВИЭ ПРЕВЫШАЮТ ВЛОЖЕНИЯ В ДОБЫЧУ НЕФТИ И ГАЗА – МЭА

Международное энергетическое агентство (МЭА) опубликовало очередной ежегодный доклад о глобальных инвестициях в энергетический сектор «World Energy Investment 2021».

В 2020 году инвестиции в электроэнергетику ВИЭ составили, по оценке МЭА, 359 млрд долларов США, более чем в три раза больше, чем в генерацию на основе ископаемого топлива (113 млрд долларов).

Глобальные инвестиции в электроэнергетику ВИЭ превышают (и в 2020 году, и, как прогнозируется, в 2021 году) инвестиции в добычу нефти и газа.

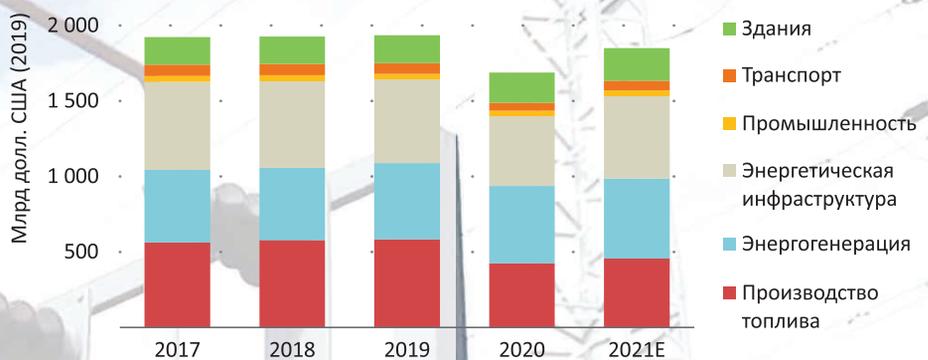
По мере того, как мир постепенно восстанавливается после COVID-19, в 2021 году глобальные инвестиции в энергетический сектор вырастут почти на 10% и составят 1,9 триллиона долларов, а мировой спрос на энергию увеличится на 4,6%. Это более чем компенсирует его падение на 4% в 2020 году.

Из этой суммы, согласно МЭА, глобальные инвестиции в электроэнергетику составят более 820 миллиардов долларов, которые будут потрачены на новые генерирующие мощности, сети и хранение энергии. Это на 5% больше, чем в прошлом году. Возобновляемые источники энергии во главе с солнечными, вероятно, привлекут 70% из 530 миллиардов долларов, которые, как ожидается, будут направлены на строительство новых генерирующих мощностей.

По мнению авторов отчета, инвестиции в солнечные фотоэлектрические системы в 2021 году будут превосходить вложения в ветроэнергетику, благодаря конкурентоспособности и большому портфелю проектов, участвующих в конкурсных отборах и корпоративных договорах купли-продажи электроэнергии (PPA). По прогнозам, инвестиции в солнечные установки вырастут более чем на 10% в Китае, Индии, США и Европе.

«Благодаря быстрому совершенствованию технологий и сокращению затрат, доллар, потраченный на развертывание ветровой и солнечной фотоэлектрической энергетики сегодня, дает в четыре раза

Глобальные инвестиции в электроэнергетику ВИЭ, 2017–2021



Примечание. Энергетическая инфраструктура включает в себя нефтегазовую инфраструктуру среднего и нижнего звена, электрические сети и батареи.

больше электроэнергии, чем доллар, потраченный на те же технологии десять лет назад», – говорится в отчете.

В то же время в отчете отмечается «резкое падение» количества разрешений на строительство новых угольных электростанций.

Крупнейшие нефтегазовые компании диверсифицируют инвестиции, но изменения идут медленно. По оценкам, инвестиции в чистую энергетику увеличиваются с традиционных 1% до 4% в текущем году в среднем; лишь некоторые ведущие европейские компании достигают доли, превышающей 10%.

По словам главы МЭА Фатиха Бироля, необходимо мобилизовать гораздо больше ресурсов и направить их на экологически чистые энергетические технологии, чтобы мир встал на путь достижения нулевого баланса выбросов к 2050 году.

В 2021 году в чистые энергетические технологии и в повышение энергоэффек-

тивности, вероятно, будут инвестированы 750 миллиардов долларов, но МЭА считает, что в 2020-х годах их необходимо удвоить, чтобы ограничить повышение глобальной температуры уровнем значительно ниже 2°C, и увеличить более чем в три раза, чтобы «дверь была открыта» для стабилизации на уровне 1,5°C.

«Четкие политические сигналы от правительств снизят неопределенность, связанную с инвестициями в чистую энергию, и обеспечат инвесторов долгосрочным видением, в котором они нуждаются, – пояснил Фатих Бироль. – Наша дорожная карта показывает, что перед компаниями, инвесторами, сотрудниками и целыми экономиками открываются огромные возможности на пути к нулевому балансу выбросов. Правительства имеют возможности раскрыть эти широкие преимущества».

Владимир Сидорович, repen.ru

ДЕНЬ ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА: ЭЛЕКТРОБУСЫ ДЛЯ МАСС, А TESLA – ДЛЯ ИНДИВИДУАЛИСТОВ

За первое полугодие 2021 года в нашу страну было ввезено 2112 электромобилей – это чуть больше, чем за весь прошлый год (1810 машин). Растет объем потребления электроэнергии зарядными станциями для электромобилей – за пять месяцев текущего года он составил 3,8 млн кВт·ч, что на 23% больше по сравнению с аналогичным периодом прошлого года. Такие цифры привел министр энергетики Виктор Каранкевич, участвуя в круглом столе «Перспективы развития электротранспорта и зарядной инфраструктуры в Беларуси» в ходе проведения Дня электротранспорта в Китайско-Белорусском индустриальном парке «Великий камень» 16 июля.



По словам министра энергетики, 2020 год наглядно показал, что ведущие страны мира начали движение к глобальной электрификации транспорта. В прошлом году в мире было продано более 3 млн электромобилей. Их общее число превысило 10 млн единиц. О своем намерении отказаться от выпуска автомобилей с двигателем внутреннего сгорания уже объявили крупнейшие автоконцерны. Динамично обновляется и парк городского электрического транспорта, а это дает качественно новые возможности в сфере обслуживания потребителей и сокращения вредных выбросов в окружающую среду. По прогнозам международных исследовательских центров, доля электробусов к 2030 году вырастет до 30%.

«В повышении уровня электромобильности заинтересована и наша страна. Для этого создаются необходимые условия, приняты стимулирующие меры. Развитие электротранспорта, расширение сети зарядных станций обозначено главой государства как одни из важных задач в текущей пятилетке», – подчеркнул глава Минэнерго.

Министр энергетики отметил важность того, что не только наши граждане, но и про-

мышленные предприятия начинают переходить на электромобили. «Экономия от их использования весомая. Это на своем примере ощутило «Гомельэнерго», которое одним из первых среди энергоснабжающих организаций реализовало пилотный проект по обновлению автопарка электромобилем. Рассматриваются возможности закупки электротранспорта и другими организациями энергосистемы», – отметил Виктор Каранкевич.

День электротранспорта в «Великом камне» собрал широкий круг предприятий и компаний – представителей промышленного комплекса, ученых, компаний-импортеров электромобилей.

На выставке были представлены как легкие авто, так и спецтехника на электротяге, в частности, льдозаливочный комбайн МТЗ. В числе экспонатов были электробусы «Белкоммунмаш» и МАЗ, одни из последних моделей электромобилей Tesla, BMW, Chevrolet. Здесь можно было увидеть и самый маленький электромобиль в Беларуси, а также новые модели электромоторов, электроскутеров и электровелоси-

педов. Программа мероприятия включала тест-драйвы, соревнования для любителей езды на моноколесах, а также заезд детских гоночных электрокаров, организованный го-скорпорацией «Росатом».

Бессменный участник Дня электротранспорта – электрический 72-местный автобус MAZ 303E10 сейчас стал почти серийной моделью. Его промышленная партия составила 10 машин, четыре из которых начали работу в Минске, остальные распределены по областным центрам.

Электромобиль Academic Electro создан в Национальной академии наук Беларуси для закрытых территорий. Специалисты академии наук разработали также два электродвигателя, которые можно применять на легком и тяжелом электротранспорте. «Первая наша новинка – это синхронный электродвигатель на постоянных магнитах с жидкостным охлаждением, который предназначен для легкового электротранспорта», – рассказал Дмитрий Кабанов, заместитель директора объединенного центра машиностроения. – Вторая – асинхронный двигатель, предназначенный для электробусов, грузовиков, также с жидкостным охлаждением. По своим параметрам он в 2–2,5 раза лучше нынешних аналогов. Наш двигатель весит 216 кг, а близкие по параметрам аналоги – более 400 кг, и они гораздо больше по размеру».

Самым миниатюрным электромобилем Беларуси был назван электрокар Sidus A01 белорусской сборки. Эта разработка гродненского стартапа получила сертификат, позволяющий продавать ее на территории Таможенного союза. Как пояснил представитель компании, Sidus A01 регистрируется как обычное авто, нужны водительские права категории В. При розничной цене 25 тыс. рублей (без НДС) он вызывает интерес – в данный момент идут переговоры с сетью пиццерий, обсуждаются поставки в Россию.

Белорусские автолюбители восприимчивы к инновациям, однако новые «электрички» пока еще проигрывают автомобилям по цене, а вот с бывшими в употреблении электрокарами вариантов гораздо больше. Если пригонять электрокар из США, минимальный бюджет составляет где-то \$6500–8000. Парадокс в том, что лидируют по числу продаж Tesla, у которых Model S и Model 3 с пробегом можно привезти с бюджетом только около \$25 000. Плюс появились китайские электрокары с неплохими характеристиками. ■

Д. Станюта

К 2030 ГОДУ В МИРЕ БУДЕТ МИНИМУМ 145 МЛН ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

В 2020 году в мире было зарегистрировано 3 млн новых электромобилей. Это означает, что всего в мире уже порядка 10 млн электромобилей. Как сообщает Международное энергетическое агентство, к 2030 году их будет не менее 145 млн. А если правительства стран будут продолжать активно поддерживать отрасль, то эта цифра может возрасти вдвое.

Рост рынка электромобилей

Экономический спад, вызванный пандемией COVID-19, практически не сказался на рынке электромобилей. В то время как глобальные продажи транспортных средств в 2020 году упали на 16%, продажи электромобилей установили очередной рекорд. В прошлом году было зарегистрировано более 3 млн новых электромобилей, включая легковые, грузовые и автобусы. Этот показатель на 41% выше, чем в 2019 году. Доля продаж электромобилей в 2020 году выросла на 70% и достигла рекордных 4,6% от продаж всех транспортных средств.

Именно эти данные приводятся в докладе Международного энергетического агентства (МЭА), в котором дается обзор текущего положения на глобальном и региональных рынках электромобилей, а также прогнозы по этим рынкам на ближайшие десятилетия.

Также в докладе отмечается, что на конец 2020 года в мире насчитывалось 11,2 млн электромобилей, в том числе 10,2 млн легковых, 0,4 млн малотоннажных грузовых и 0,6 млн автобусов. Активнее всего электромобили покупались в Европе, которая впервые обогнала Китай по этому показателю.

По оценкам МЭА, в 2020 году потребители потратили на покупку электромобилей \$120 млрд, что на 50% больше, чем годом ранее. При этом правительства по всему миру потратили \$14 млрд на поддержку продаж таких транспортных средств, что на 25% больше показателя 2019 года.

За первый квартал 2021 года продажи электромобилей в мире выросли на 140% по сравнению с аналогичным периодом 2020 года и достигли 1,1 млн единиц. Учитывая это, МЭА делает оптимистичный прогноз для отрасли на ближайшее будущее.

В ЕС было продано 1,4 млн электромобилей разных типов, в Китае – 1,2 млн. На третьем месте в мире по продажам – США, где было продано 295 тыс. электромобилей.

Среди европейских стран по итогам продаж в 2020 году лидирует Германия – 395 тыс. электромобилей.

По оценкам МЭА, к 2030 году в мире будет 145 млн электромобилей, включая грузовые и автобусы. Если подобное случится, то доля таких транспортных средств достигнет 7%.

Однако, отмечают в МЭА, мировой парк электромобилей вполне мог бы достичь к 2030 году и 230 млн единиц (12% от всех автомобилей) со всеми вытекающими выгодами для экологии. Достичь этого можно, если правительства стран ускорят реализацию мер по достижению целей в рамках программ борьбы с изменением климата. Как отмечают в организации, необходимо внедрять программы по продвижению электромобилей не только в легковом сегменте, но и в сегменте грузовых автомобилей средней и большой грузоподъемности, а также развивать сети зарядных станций. И, например, рассчитывать размер налога на бензиновое и дизельное топливо, исходя из того, какой вред оно наносит окружающей среде и здоровью человека. А вырученные от этого средства правительства смогут пустить на снижение вредного воздействия обычных автомобилей и ускорение перехода на электромобили.

Переход мирового автопрома на электромобили

За время, прошедшее с начала текущего года, сразу несколько крупных автопроизводителей объявили о намерении сосредоточиться на производстве электромобилей, причем в ближайшем будущем.

Мировые производители один за другим объявляют о намерении сделать выпуск электромобилей своей главной целью. Кто-то рассчитывает, что машины на батареях составят большую часть продаж компании, а кто-то намерен и вовсе попрощаться с двигателями внутреннего сгорания (ДВС), причем как с дизельными, так и бензиновыми. И это логично, так как массовый переход на электротранспорт объясняется производителями прежде всего заботой об экологии.

Так, например, General Motors (GM) еще в январе заявил, что намерен перейти на выпуск исключительно электромобилей. К 2035 году все производство компании должно перейти на возобновляемые



источники энергии, а к 2040 году компания планирует стать полностью углеродно нейтральной, то есть свести выбросы парниковых газов в атмосферу к нулю.

Британская компания Jaguar Land Rover (JLR) заявила, что уже к 2030 году все ее модели будут иметь электрическую версию, а полностью избавиться от автомобилей с вредными выбросами JLR намерена к 2039 году. На масштабный переход на выпуск исключительно электромобилей компания готова тратить по \$3,5 млрд ежегодно.

Лидер на мировом автомобильном рынке Volkswagen Group (VW) намерен стать самым продающим производителем и на рынке электромобилей. Германский концерн всерьез намерен конкурировать с Tesla. По итогам 2020 года Tesla поставила своим клиентам примерно 500 тыс. электромобилей, а Volkswagen – 212 тыс. Далее в этом рейтинге расположились китайские BYD (179 тыс.) и SAIC (170 тыс.), а замыкает пятерку лидеров на рынке BMW со 163,5 тыс. проданных электромобилей. Обойти своего конкурента VW планирует к 2025 году, притом что доля электромобилей в общих продажах германского концерна только в Европе и только к 2030 году будет составлять примерно 60%. А весь проект концерн оценивает в \$46 млрд. Конкретную дату отказа от бензиновых и дизельных двигателей VW себе пока не назначает, отмечая, что слишком многое может измениться за эти годы, а условия для перехода на электротранспорт в разных регионах серьезно разнятся.

Самый амбициозным пока выглядит план шведской компании Volvo Cars. Компания намерена перейти на выпуск исключительно электромобилей уже к 2030 году, а продаваться они будут только онлайн. ■

А.В. Никитенко, начальник управления перспективных энергетических технологий ПО «Белоруснефть»

Автор: учащийся 11 «В» класса Давид Тихонович
 Научный руководитель: учитель физики Андрей Константинович Любас
 ГУО «Гимназия №5 г. Барановичи»

«СОЛНЕЧНЫЙ ТРЕКЕР»

Специальный приз в номинации «Проект практических мероприятий по энергосбережению»
 XIV республиканского конкурса «Энергомарафон»

Введение

Солнечные батареи рекомендовано использовать в тех климатических районах, где достаточно много солнечных дней в году и нормальное естественное освещение в целом. При этом температура воздуха должна быть умеренной, так как при высокой температуре коэффициент полезного действия таких батарей значительно уменьшается.

Силу тока и мощность батарей можно отрегулировать под реальные условия места эксплуатации при помощи увеличения или уменьшения числа модулей (ячеек) в панелях. Коэффициент полезного действия батарей составляет в настоящее время около 20%. В ближайшем будущем его планируют довести до 40–45% [1].

Оптимизация солнечных электростанций

Необходимым и обязательным условием получения максимальной мощности солнечной электростанции является угол падения солнечных лучей на поверхность солнечных батарей – он должен быть максимально близок к 90°. Стационарно установленные солнечные батареи не позволяют менять угол падения при перемещении Солнца, в результате чего солнечная электростанция теряет часть мощности, что увеличивает сроки окупаемости и ухудшает рентабельность подобных проектов.

Предметом данного исследования является использование динамических систем слежения за перемещением Солнца как способ оптимизации и повышения мощности солнечных электростанций.

В процессе реализации проекта была разработана система солнечных батарей с использованием солнечного трекера. Данная система позволит в режиме реального времени автономно отслеживать траекторию перемещения солнца и ориентировать солнечные батареи таким образом, чтоб угол падения солнечных лучей был максимально близок к 90°, что дает возможность повысить мощность, а соответственно и рентабельность солнечной электростанции.

Цель проекта – опытным путем подтвердить энергетическую целесообразность использования систем солнечных батарей с солнечным трекером.

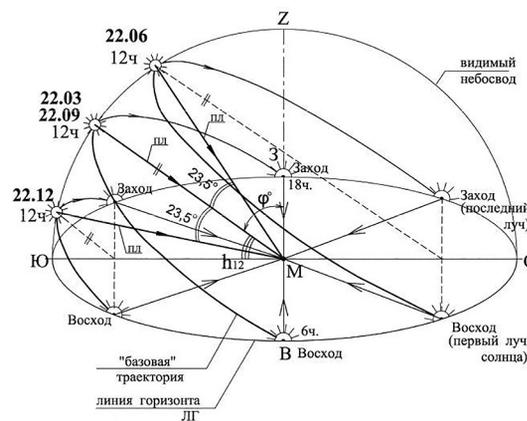
Оценка энергоэффективности стационарной солнечной батареи

В ходе стационарного и динамического исследования использовалась солнечная батарея на основе кристаллов поликристаллического кремния. Основные характеристики солнечной батареи приведены в таблице 1.

Таблица 1. Характеристики модуля солнечной батареи

№	Характеристика	Номинальное значение
1	$U_{ном}, В$	12,00
2	$I_{ном}, А$	0,35
3	$P_{ном}, Вт$	4,20

Исходя из правил установки стационарных солнечных батарей, для весны и осени оптимальный угол наклона дол-



Ориентация солнечных батарей относительно сторон света

жен быть равен значению широты местности. Для зимы к этому значению прибавляется 10–15 градусов, а летом от этого значения отнимается 10–15 градусов. Поэтому обычно рекомендуется дважды в год менять угол наклона с «летнего» на «зимний». Если такой возможности нет, то угол наклона выбирается примерно равным широте местности.

Еще одним условием правильной установки является ориентация солнечных батарей относительно сторон света. Для получения максимальной мощности при условии стационарной установки солнечные батареи необходимо ориентировать строго на юг.

Проведем оценку среднесуточной мощности стационарной солнечной батареи, скомплектованной на основе кристаллов поликристаллического кремния, номинальной

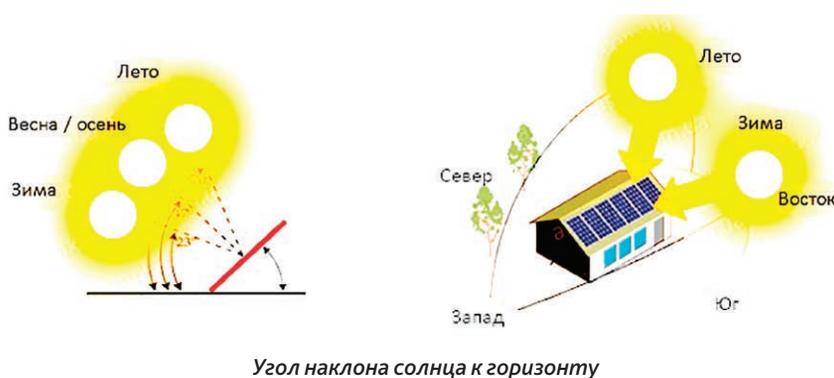
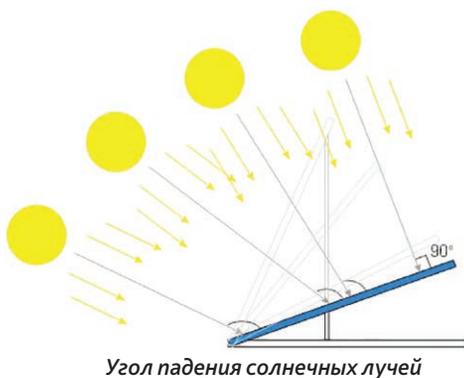


Таблица 2. Напряжение, сила тока и мощность стационарной системы на протяжении светового дня

Время t, ч	Сила тока I, А	Напряжение U, В	Мощность P, Вт
8 ⁰⁰	0,11	11,41	1,25
9 ⁰⁰	0,15	12,56	1,88
10 ⁰⁰	0,21	13,30	2,79
11 ⁰⁰	0,27	13,79	3,72
12 ⁰⁰	0,32	14,04	4,49
13 ⁰⁰	0,28	14,01	3,92
14 ⁰⁰	0,22	13,82	3,04
15 ⁰⁰	0,17	12,64	2,15
16 ⁰⁰	0,15	12,22	1,83
17 ⁰⁰	0,11	11,97	1,32
18 ⁰⁰	0,10	11,44	1,14

мощностью 4 Вт в течение светового дня для города Барановичи (53° северной широты). В процессе исследования были соблюдены все правила установки стационарных солнечных батарей (угол наклона солнечной батареи к горизонту и ориентация солнечной батареи относительно сторон света) для данного сезона года. Контрольные значения напряжения, силы тока и мощности будем регистрировать каждый час на протяжении светового дня (см. табл. 2).

Для усреднения контрольных значений был выбран день со средней освещенностью 50000 люкс, что соответствует погодным условиям с переменной облачностью. В таблице 3 приведены диапазоны освещенности для 53° северной широты.

Таблица 3. Диапазоны освещенности

Погодные условия	Освещенность E, Лк
Пасмурно	10000–30000
Переменная облачность	30000–50000
Ясно	50000–80000

Проведем расчет среднесуточной мощности стационарной солнечной батареи:

$$\langle P_{\text{сут}} \rangle_{\text{ст}} = U_{\text{cp}} \cdot I_{\text{cp}};$$

$$I_{\text{cp}} = \frac{I_1 + I_2 + \dots + I_{11}}{11};$$

$$U_{\text{cp}} = \frac{U_1 + U_2 + \dots + U_{11}}{11};$$

$$I_{\text{cp}} = 0,19 \text{ А};$$

$$U_{\text{cp}} = 12,84 \text{ В};$$

$$\langle P_{\text{сут}} \rangle_{\text{ст}} = 0,19 \text{ А} \cdot 12,84 \text{ В} = 2,44 \text{ Вт}$$

Исходя из полученных результатов, среднесуточная мощность стационарной солнечной батареи номинальной мощностью $P_{\text{ном}} = 4 \text{ Вт}$ на 53° северной широты (город Барановичи) составляет $\langle P_{\text{сут}} \rangle_{\text{ст}} = 2,44 \text{ Вт}$, или 61,0% от номинальной мощности [3].

Задачи проекта

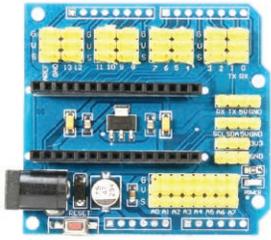
В процессе реализации проекта были поставлены следующие ключевые задачи:
– разработка солнечного трекера;

- сборка, программирование и апробация системы;
- анализ результатов среднесуточной мощности стационарных и динамических солнечных батарей;
- оценка энергоэффективности использования солнечных трекеров;
- оценка погрешности измерения напряжения, силы тока и мощности системы солнечных батарей с использованием солнечного трекера.

Аппаратное оснащение системы

Для создания динамической системы слежения были использованы следующие комплектующие (см. табл. 4).

Таблица 4. Аппаратное оснащение системы

№ п/п	Наименование	Внешний вид
1	Солнечные модули	
2	Сервоприводы (шаговые двигатели) для вращения системы	
3	Аппаратная платформа Arduino Nano V3 для управления системой	
4	Кросс-плата расширения (shield) для аппаратной платформы с DuPont-коннекторами формата GVS для соединения электронных компонентов	
5	Аналого-цифровые датчики освещенности	

Сборка, программирование и апробация солнечного трекера

Несущая конструкция представляет собой подвижную раму. В основании лежит горизонтальная платформа, которая вращает систему в горизонтальной плоскости относительно сторон света. На данную поворотную платформу крепится вертикальная металлическая рама, которая, в свою очередь, меняет угол наклона солнечной батареи в вертикальной плоскости относительно горизонта [2]. Внешний вид и схема вращения системы представлены на рисунке.



Внешний вид солнечного трекера

Данная система построена на основе аппаратной платформы Arduino Nano V3. Подключение периферических устройств (платы Arduino, датчиков, сервоприводов, блока АКБ) осуществляется посредством кросс-платы. Мехатроника системы включает в себя два сервопривода, которые управляют перемещением системы относительно сторон света и горизонтальной плоскости. Данная установка оснащена двумя солнечными модулями суммарной номинальной мощностью 4 Вт.

Аппаратное оснащение и программа управления данной системы позволяют отслеживать перемещение Солнца по небесной сфере в течение светового дня и ориентировать солнечные модули таким образом, чтоб угол падения солнечных лучей был прямым. Это дает возможность получить максимальную мощность используемых солнечных модулей.

Программа управления системой непрерывно считывает показания с аналогового выхода датчиков. Полученные значения сравниваются попарно (левый–правый, верхний–нижний), и система меняет свое положение в двух плоскостях, пока показания датчиков не станут равными попарно.

Таблица 5. Напряжение, сила тока и мощность на протяжении светового дня для системы солнечных батарей с использованием солнечного трекера

Время t, ч	Сила тока I, А	Напряжение U, В	Мощность P, Вт
8 ⁰⁰	0,26	13,11	2,48
9 ⁰⁰	0,28	13,43	3,05
10 ⁰⁰	0,29	13,57	3,74
11 ⁰⁰	0,31	14,04	4,30
12 ⁰⁰	0,33	14,10	4,61
13 ⁰⁰	0,32	14,05	4,60
14 ⁰⁰	0,30	14,02	4,44
15 ⁰⁰	0,29	13,98	4,28
16 ⁰⁰	0,28	13,72	4,12
17 ⁰⁰	0,25	13,37	3,69
18 ⁰⁰	0,23	13,14	2,86

Аппаратное оснащение и программа управления данной системы позволяют отслеживать перемещение Солнца по небесной сфере в течение светового дня и ориентировать солнечные модули таким образом, чтоб угол падения солнечных лучей был прямым. Это дает возможность получить максимальную мощность используемых солнечных модулей.

Оценка энергоэффективности солнечной батареи с использованием солнечного трекера

Проведем оценку среднесуточной мощности динамической солнечной батареи, скомплектованной на основе кристаллов поликристаллического кремния, номинальной мощностью 4 Вт в течение светового дня для города Барановичи (53° северной широты). Контрольные значения напряжения, силы тока и мощности будем регистрировать каждый час на протяжении светового дня (см. табл. 5).

Проведем расчет среднесуточной мощности системы солнечных батарей с использованием солнечного трекера:

$$\langle P_{\text{сут}} \rangle_{\text{дин}} = U_{\text{ср}} \cdot I_{\text{ср}};$$

$$I_{\text{ср}} = \frac{I_1 + I_2 + \dots + I_{11}}{11};$$

$$U_{\text{ср}} = \frac{U_1 + U_2 + \dots + U_{11}}{11};$$

$$I_{\text{ср}} = 0,28 \text{ А};$$

$$U_{\text{ср}} = 13,70 \text{ В};$$

$$\langle P_{\text{сут}} \rangle_{\text{дин}} = 0,28 \text{ А} \cdot 13,70 \text{ В} = 3,84 \text{ Вт}$$

Исходя из полученных результатов, среднесуточная мощность динамической солнечной батареи номинальной мощностью $P_{\text{ном}} = 4 \text{ Вт}$ на 53° северной широты (город Барановичи) составляет $\langle P_{\text{сут}} \rangle_{\text{дин}} = 3,84 \text{ Вт}$, или 96,0% от номинальной мощности.

Анализ результатов среднесуточной мощности стационарной солнечной батареи и батареи с использованием солнечного трекера

Проведем анализ результатов стационарной и динамической солнечной батареи. Контрольные среднесуточные значения силы тока, напряжения и мощности приведены ниже (см. табл. 6).

Характеристика / Вид установки	Стационарная	Динамическая
Номинальная мощность $P_{\text{ном}}$, Вт	4,0	4,0
Среднесуточное значение силы тока $I_{\text{ср}}$, А	0,19	0,28
Среднесуточное значение напряжения $U_{\text{ср}}$, В	12,84	13,70
Среднесуточное значение мощности $\langle P_{\text{сут}} \rangle$, Вт	2,44	3,84
Среднесуточное значение мощности $\langle P_{\text{сут}} \rangle$, %	61,0	96,0

Таблица 6. Анализ результатов

На графиках приведены зависимости силы тока, напряжения и мощности стационарной и динамической солнечных батарей.

Оценки погрешности прямых измерений силы тока и напряжения, а также погрешность косвенного измерения мощности для солнечной батареи с использованием солнечного трекера.

Абсолютная погрешность прямых измерений силы тока:

$$\Delta I = \Delta I_{\text{пр}} + \Delta I_{\text{отсч}}$$

$$I = \langle I \rangle \pm \Delta I$$

$$\Delta I_{\text{пр}} = 0,005 \text{ A}$$

$$\Delta I_{\text{отсч}} = 0,01 \text{ A}$$

$$\langle I \rangle = 0,28 \text{ A}$$

$$\Delta I = 0,005 \text{ A} + 0,01 \text{ A} = 0,015 \text{ A}$$

$$I = 0,28 \text{ A} \pm 0,015 \text{ A}$$

Относительная погрешность прямых измерений силы тока:

$$\epsilon_I = (\Delta I / \langle I \rangle) \cdot 100\%$$

$$\epsilon_I = (0,015 \text{ A} / 0,28 \text{ A}) \cdot 100\% = 5\%$$

Абсолютная погрешность прямых измерений напряжения:

$$\Delta U = \Delta U_{\text{пр}} + \Delta U_{\text{отсч}}$$

$$U = \langle U \rangle \pm \Delta U$$

$$\Delta U_{\text{пр}} = 0,05 \text{ В}$$

$$\Delta U_{\text{отсч}} = 0,10 \text{ В}$$

$$\langle U \rangle = 13,7 \text{ В}$$

$$\Delta U = 0,05 \text{ В} + 0,10 \text{ В} = 0,15 \text{ В}$$

$$U = 13,7 \text{ В} \pm 0,15 \text{ В}$$

Относительная погрешность прямых измерений напряжения:

$$\epsilon_U = (\Delta U / \langle U \rangle) \cdot 100\%$$

$$\epsilon_U = (0,15 \text{ В} / 13,7 \text{ В}) \cdot 100\% = 1\%$$

Относительная погрешность косвенных измерений мощности:

$$P = I \cdot U$$

$$\epsilon_P = (\Delta I / \langle I \rangle + \Delta U / \langle U \rangle) \cdot 100\%$$

$$\epsilon_P = ((0,015 \text{ A} / 0,28 \text{ A}) + (0,15 \text{ В} / 13,7 \text{ В})) \cdot 100\% = 6\%$$

Исходя из расчетов абсолютной и относительной погрешностей прямых и косвенных измерений, выводим погрешность полученных результатов, равную 6%.

Заключение

Таким образом, в процессе реализации нашего проекта мы пришли к следующим выводам:

1. Исходя из анализа энергетической и экономической ситуации в нашей стране, внедрение возобновляемой энергетики на сегодняшний день очень актуально [4].

2. Апробация солнечной батареи с использованием солнечного трекера показала отличный результат мощности, который на 35% больше, чем у стационарной солнечной батареи. Исходя из этого, использование трекеров на солнечных электростанциях является экономически обоснованным способом повышения эффективности получения электрической энергии.

3. Собран опытный образец динамической системы слежения за перемещением Солнца, который можно масштабировать для систем большей мощности.

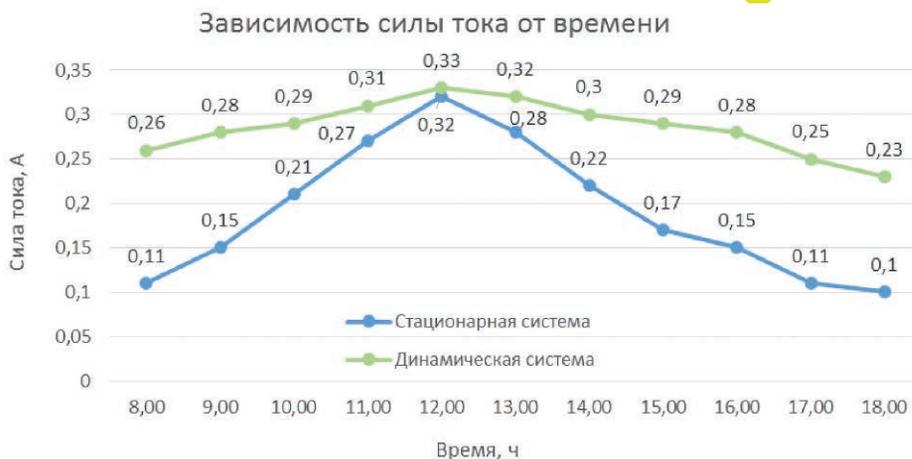


График 1. Зависимость силы тока от времени



График 2. Зависимость напряжения от времени



График 3. Зависимость мощности от времени

4. Разработаны алгоритм и программа управления для данной системы.

5. Проведена оценка абсолютной и относительной погрешности измерения, напряжения, силы тока и мощности солнечной батареи с использованием солнечного трекера.

Литература

1. Ермашкевич В.Н. Возобновляемые источники энергии Беларуси: прогноз, механизмы реализации: учебное пособие / В.Н. Ермашкевич, Ю.Н. Румянцева. – Мн.: НО ООО «БИП-С», 2004. – 121 с.

2. Шиняков Ю.А., Шурыгин Ю.А., Аркатова О.Е. Повышение энергетической эффективности автономных фотоэлектрических энергетических установок // Электроника, измерительная техника, радиотехника и связь. Доклады ТУСУРа, №2 (22), часть 2, декабрь 2010 г. – 102 с.

3. Ландсберг Г.С. Элементарный учебник физики. Том 2. Электричество и магнетизм / Г.С. Ландсберг. – Физматлит, 2001. – 480 с.

4. Официальный сайт Министерства энергетики Республики Беларусь: <http://www.minenergo.gov.by>. ■

В.А. Седнин,
заведующий кафедрой,
д.т.н., профессор

Е.О. Иванчиков,
соискатель кафедры, м.т.н.

Е.Ю. Николаев,
соискатель кафедры, м.т.н.

В.А. Калий,
магистрант

Кафедра «Промышленная теплоэнергетика и теплотехника» БНТУ

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ АККУМУЛЯТОРОВ ТЕПЛОТЫ ПРИ УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛОВЫХ ВЭР СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ПЕЧЕЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ МИНИ-ЗАВОДОВ

Аннотация

Одной из основных проблем использования тепловых ВЭР промышленных предприятий является неравномерность и нестабильность режимов их образования и несоответствие режимам потребления энергии на данном предприятии. Решение этой проблемы возможно сведением балансов производства и потребления энергии путем применения аккумуляторов энергии. В статье на примере сталеплавильного производства металлургического мини-завода показана эффективность использования ВЭР для ликвидации дисбаланса производства пара за счет применения паровых баков-аккумуляторов.

Abstract

One of the main problems in the use of industrial excess heat is the unevenness and instability of its production and mismatch with the energy consumption on given plant. The solution of this problem is offering through balancing of heat-supply-demand using thermal storages. The article investigates efficiency of waste energy utilization for small-scale steelmaking metallurgical plant with adding heat storage units to control heat-supply-demand steam balance.

Введение

Металлургические мини-заводы [1] включают в себя участки, предназначенные для подготовки лома к плавке, сталеплавильные печи, участки доводки стали, машины непрерывной разливки, прокатные станы и т.д. В ряде случаев оборудование такого рода заводов может дополняться листопрокатным, трубопрокатным цехами или цехами для выпуска корда. Расходная часть топливно-энергетического баланса металлургических мини-заводов имеет ярко выраженный перевес в сторону электропотребления. Это объясняется, в первую очередь, применением для плавки лома электрических дугосталеплавильных печей (ДСП), на которые расходуется от 50% до 65% всей потребляемой производственным комплексом мини-завода электрической энергии.

Выплавка стали в этих электропечах основана на выделении теплоты в результате преобразования электроэнергии в теплоту при горении электрической дуги. В отличие от конвертерного и мартеновского процессов выделение теплоты в электропечах не связано с потреблением окислителя. Поэтому электроплавку можно вести в любой среде – окислительной, восстановительной, нейтральной – и в широком диапазоне давлений – в условиях вакуума, атмосферного или избыточного давления [2]. В результате ДСП обладают существенными преимуществами по сравнению с другими сталеплавильными

агрегатами, в них можно получать высоколегированные инструментальные сплавы, нержавеющие шарикоподшипниковые, жаростойкие и жаропрочные, а также конструкционные стали.

В то же время, несмотря на достаточно высокую энергетическую эффективность ДСП (КПД около 78 %), они допускают значительные потери теплоты с уходящими дымовыми газами (около 10–12%). На практике используется ряд технических решений для утилизации вторичных энергетических ресурсов (ВЭР) ДСП [1], наиболее распространенным из которых является применение водотрубных паровых и водяных котлов-утилизаторов. Паровой вариант более предпочтительный, т.к. водяной пар можно использовать для собственных технологических нужд предприятия. Для теплотехнологий металлургического предприятия требуется, как правило, пар с давлением 0,6 и 1,6 МПа (6 и 16 бар).

Основными проблемами для внедрения котлов-утилизаторов являются: высокая температура дымовых газов после печи (достигает 1500–1650°C), высокая концентрация пыли (достигает 854 мг/м³) и цикличность работы печи согласно технологическому графику плавки.

Выработка пара котлом-утилизатором, установленным на сталеплавильной печи ДСП-100, с избыточным давлением 1,8 МПа изменяется за цикл плавки в диапазоне от 0 до 40 т/ч. Использовать в полном объеме

весь энергетический потенциал от рекуперации ВЭР в данном случае крайне затруднительно не только из-за переменных режимов работы печей, но и из-за труднопрогнозируемой вероятности выхода из строя части теплообменных поверхностей ввиду сложных условий их работы при высоких температурах отходящих газов и их запыленности.

В то же время технологическое потребление пара смежными установками и агрегатами также имеет колебательный характер, а в ряде случаев может практически мгновенно увеличиваться на непродолжительное время (например, при работе вакууматоров, оборудованных пароструйными насосами). На рисунке 1 представлен пример графика расхода пара в пароконденсатной системе металлургического мини-завода.

Для балансировки выработки и потребления пара в таких условиях рекомендуется применение аккумуляторов теплоты [3]. Напомним, что паровой аккумулятор представляет собой промежуточную буферную емкость как дополнение к емкости котла (котла-утилизатора), в которой хранится запас воды при тех же давлении и температуре пара, который вырабатывается котлом (котлом-утилизатором) [4].

Когда мощность выработки пара теплогенерирующими установками превышает текущую тепловую нагрузку, часть водяного пара может направляться в аккумулятор, где конденсируется в толще находящейся под дав-

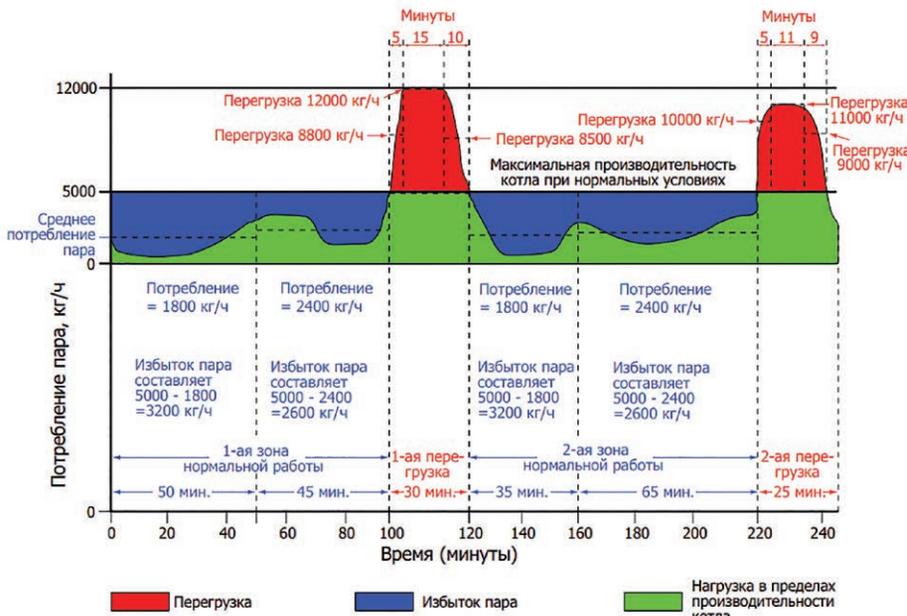


Рис. 1. Пример графика работы пароконденатной системы металлургического мини-завода

лением водяной массы. Таким образом, происходит «зарядка» аккумулятора. В случае если мощность выработки пара теплогенерирующими установками ниже требуемой тепловой нагрузки, происходит «разрядка» аккумулятора, во время которой за счет понижения давления имеет место генерация пара, который направляется в тепловую сеть. При этом температура воды понижается, давление в аккумуляторе падает. Так как излишки пара, конденсируясь, накапливаются в аккумуляторе в виде перегретой воды, его объем может быть относительно невелик.

Имеются различные варианты включения аккумуляторов в схему теплоснабжения в зависимости от вида основного теплоисточника и типа потребителей пара. В рассматриваемом случае основным теплоисточником является котельная, а дополнительным – котел-утилизатор. Аккумулятор пара включается как буферная емкость в параллель с теплогенерирующим оборудованием. При этом уровень воды в нем при «зарядке» повышается, а при «разрядке» снижается. Эффективность работы парового аккумулятора определяется рядом условий:

- соблюдение баланса энергии по периодам разрядки и зарядки, что соответствует равенству масс пара, поступающего в аккумулятор при зарядке и отдаваемого аккумулятором при разрядке. При этом к моменту начала разрядки аккумулятор должен быть полностью заряжен, что соответствует максимальному уровню заполнения водой («максимальное расстояние» на рисунке 2);

- мощность паровых котлов должна обеспечивать зарядку аккумулятора за период «провала» тепловой нагрузки с учетом неупорядоченного графика работы котла-утилизатора;

- рабочий объем аккумулятора должен обеспечивать выдачу расчетного количества пара в период «пика» тепловой нагрузки;

- конструктивные и режимные характеристики аккумулятора, включая в первую очередь площадь поверхности (зеркала) испарения, должны обеспечивать требуемую испарительную способность, которая зависит в первую очередь от разности давлений «заряженного» и «разряженного» состояния аккумулятора, а также минимально допустимую влажность пара во всем допустимом диапазоне изменения давления пара в период разрядки;

- расчетное рабочее давление аккумулятора должно превышать требуемое давление теплопотребителей на величину гидравлического сопротивления паропроводов с учетом редукционного клапана на выходе из аккумулятора. При выборе редукционного клапана учитывается изменение давления в период разрядки (расчетным давлением аккумулято-

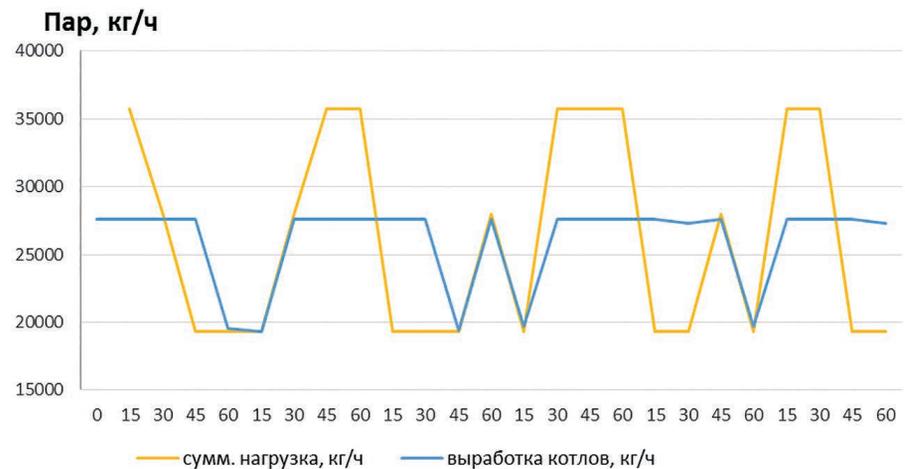


Рис. 2. График нагрузки и выработки пара (без утилизаторов)

ра считается минимальное давление по окончании периода разрядки).

Как отмечалось выше, одним из основных пиковых потребителей металлургических предприятий являются вакууматоры, которые применяются для обработки жидкой стали с целью улучшения ее качества за счет уменьшения в ней содержания газов (водород, кислород) и неметаллических включений, и их работа синхронизирована с работой ДСП.

В системах теплоснабжения, в которых отсутствуют аккумуляторы пара, в момент включения вакууматоров происходит существенная просадка по давлению в паровой сети, уровень в паровых котлах падает, зеркало испарения увеличивается, что ведет к увеличению напряжения на нем и выработке влажного пара, а значит и к увеличению донного конденсата и ухудшению технологического процесса. Самым критичным проявлением может быть остановка котла по датчику нижнего уровня воды в котле, что ведет к прекращению технологического процесса, а значит и к весомым финансовым потерям из-за «збраковки» продукции.

Основная часть

Вариант работы такой системы можно рассмотреть на базе ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК» (далее ОАО «БМЗ»). На рисунке 2 показан реальный график нагрузок и выработки пара 12 бар(и) на ОАО «БМЗ», при этом изображены средние значения потребления и выработки пара 12 бар(и) за счет газовых паровых котлов.

Среднечасовое непиковое потребление пара составляет около 17 000 кг/ч. Пиковая составляющая потребления пара, обусловленная нагрузкой вакууматоров, составляет около 19 000 кг/ч в интервале 30 минут. Таким образом, пиковая нагрузка потребителей составляет 36 000 кг/ч пара в течение 30 минут с периодом в 45–60 мин. Максимальная выработка пара существующими котлами составляет около 28 000 т/ч, а пиковый период удается погасить за счет аккумулирующей способности водяного объема паровых котлов.

При окончании пиковых режимов работы котел продолжает в форсированном режиме восполнять уровень и одновременно вырабатывать пар для нужд производства. Уровень сверхпотребления пара колеблется в диапазоне 250–8 500 кг/ч пара и периодически приводит к останову котлов по сигналу датчика нижнего уровня котла. В данном случае внедрение баков-аккумуляторов позволит существенно сгладить режимы работы существующей схемы.

При выборе мощности аккумуляторов пара требуется учитывать физические особенности их функционирования. Так как система, представляющая собой бак-аккумулятор, ограничена по общему объему, то, считая объем V постоянным, для ее динамических свойств можно записать [5]:

$$\frac{dV}{dt} = \frac{d(vm)}{dt} = 0;$$

$$m \frac{dv}{dt} + v \frac{dm}{dt} = 0;$$

$$\frac{dv}{dt} = - \frac{v}{m} \cdot \frac{dm}{dt},$$

где v – удельный объем, $\text{м}^3/\text{кг}$;
 m – масса жидкости в объеме V , кг.

В тоже время количество пара, которое может быть извлечено из аккумулятора переменного давления во время разрядки, находится в прямой зависимости от перепада давления, который происходит от начала до конца процедуры разрядки. Учитывая, что в данном процессе отсутствуют производство работы, теплопередача и изменение потенциальной или кинетической энергии среды, в соответствии с первым законом термодинамики имеем [5]:

$$d(m_{\text{бак}} u_{\text{бак}}) = h_{\text{бак}} dm_{\text{бак}}$$

$$u_{\text{бак}} dm_{\text{бак}} + m_{\text{бак}} du_{\text{бак}} = h_{\text{бак}} (p_{\text{бак}}) dm_{\text{бак}}$$

$$m_n \Delta h_{n,j} = m_{\text{ж}} c_{p,j} (T_n(p_{\text{нач}}) - T_n(p_{\text{кон}})),$$

где $m_{\text{бак}}$ – масса вода в баке-аккумуляторе, кг;

$u_{\text{бак}}$, $h_{\text{бак}}$ – соответственно внутренняя энергия и энтальпия среды в баке-аккумуляторе, Дж/кг;

m_n – масса пара, полученного за период разрядки, кг;

$\Delta h_{n,j}$ – изменение энтальпии при испарении воды, Дж/кг;

$m_{\text{ж}}$ – масса жидкости, испарившейся за период разрядки, кг;

$c_{p,j}$ – средняя изобарная массовая удельная теплоемкость воды, Дж/(кг·К);

$T_n(p_{\text{нач}})$, $T_n(p_{\text{кон}})$ – температура насыщения соответственно для давления начала и окончания процесса разрядки, К.

В случае если параметры пара и жидкости находятся в докритических параметрах, с учетом тепловых потерь $Q_{\text{пот}}$ можно преобразовать последнее уравнение в вид:

$$T_n(p_{\text{кон}}) = T_n(p_{\text{нач}}) + \frac{dm(h_{\text{бак}} - u_{\text{бак}}) - Q_{\text{пот}}}{m_{\text{бак}} c_{p, \text{бак}}}$$

Количество пара, которое можно получить из парового аккумулятора при понижении давления $p_{\text{нач}}$ до $p_{\text{кон}}$, находится из дифференциального уравнения

$$\frac{dG}{G} = \frac{T(ds_{\text{ж}})}{r}$$

С достаточной точностью можно принять среднюю энтальпию пара, выходящего из аккумулятора в период разрядки, $h_{n, \text{ср}}$, равной среднеарифметической между энтальпией пара в начале $h_{n, \text{нач}}$ и в конце разрядки $h_{n, \text{кон}}$. Тогда для удельной аккумулирующей способности [6] имеем

$$g = \frac{G_n}{G_{\text{ж, нач}}} = \frac{h_{\text{ж, нач}} - h_{\text{ж, кон}}}{h_{n, \text{ср}} - h_{\text{ж, кон}}},$$

где G_n – количество вторичного пара, кг;

$$G_n = G_{\text{нач}} - G_{\text{кон}};$$

$G_{\text{нач}}$, $G_{\text{кон}}$ – масса воды в аккумуляторе в начале и в конце разрядки.

Поскольку приведенные соотношения позволяют определить объем баков-аккумуляторов для балансировки производства и потребления водяного пара, возвращаемся к вопросу сопряжения технологической и теплоэнергетической систем ОАО «БМЗ». Использование котлов-утилизаторов позволяет изменить графики работы паровых котлов, установленных на котельной, в сторону снижения выработки ими пара и увеличения суточной неравномерности изменения их мощности.

На заводе установлено три сталеплавильных печи ДСП 100. На одной из них уже установлен паровой котел-утилизатор. График нагрузки и выработки пара с учетом котла-утилизатора представлен на рисунке 3.

Предлагается рассмотреть вариант установки котлов-утилизаторов на каждую из печей (см. рисунок 4).

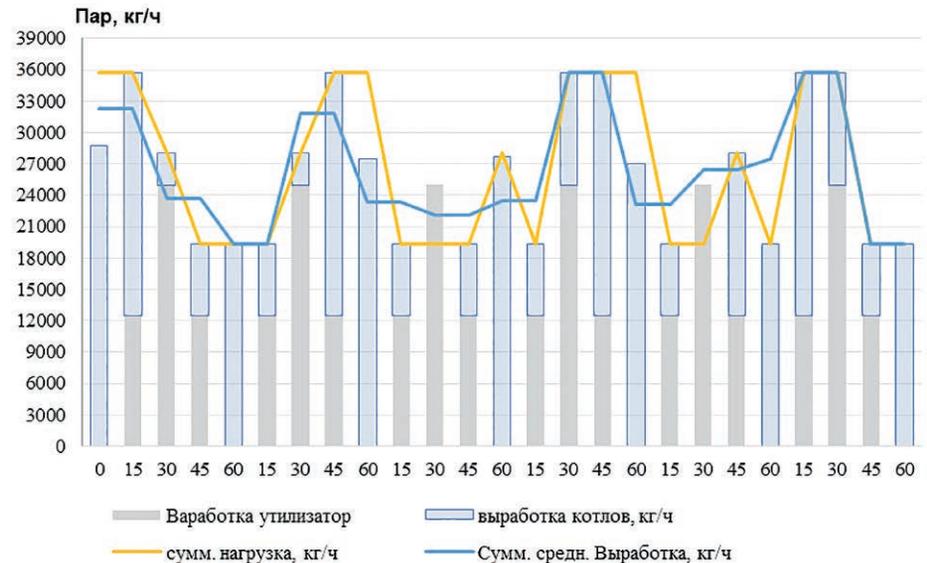


Рис. 3. Нагрузка и выработки пара при одном котле-утилизаторе

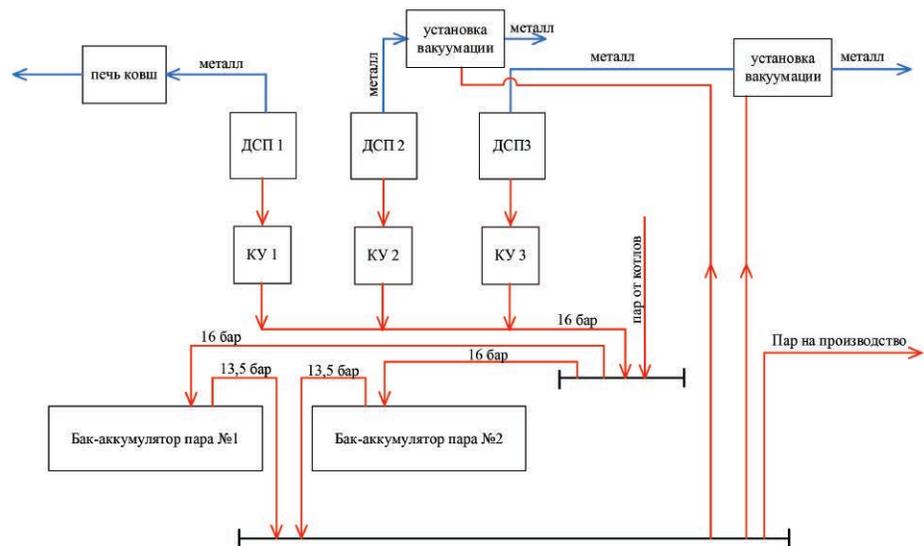


Рис. 4. Принципиальная схема включения баков-аккумуляторов в паровую систему ОАО «БМЗ»

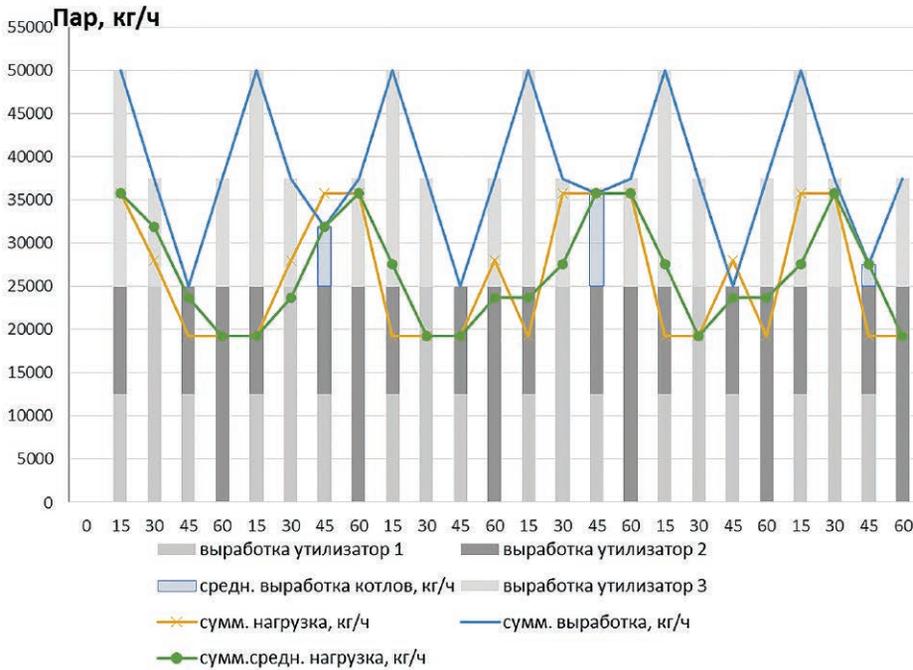


Рис. 5. Нагрузка и выработки пара при установке трех котлов-утилизаторов

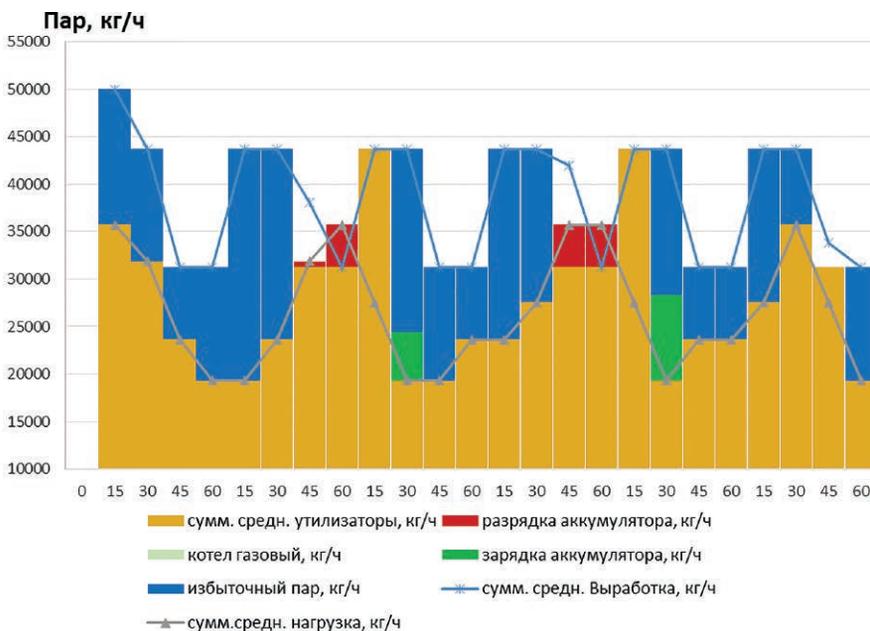


Рис. 6. Тепловая нагрузка и выработка пара в варианте с котлами-утилизаторами и баком-аккумулятором

На рисунке 5 отображены составляющие величины выработки пара от источников (паровые котлы, котел утилизатор) при установке трех котлов-утилизаторов.

На рисунке 6 представлена диаграмма тепловой нагрузки и выработки пара с котлами-утилизаторами и баком-аккумулятором, на которой отображены величины паровых нагрузок, обеспечиваемые котлами-утилизаторами и газовыми котлами (выработка пара газовых котлов

определена как разница между средней паровой нагрузкой и выработкой пара котлами-утилизаторами). График суммарной выработки пара оборудованием изображен синим цветом. На диаграмме отображены как пиковые, так и средние паровые нагрузки. Например, для промежутков времени 15 и 30 минут нагрузки составляют соответственно 35 750 кг/ч и 28 000 кг/ч, а средняя нагрузка на диапазоне 15–30 минут составляет 31 875 кг/ч. При давлении

При установке баков-аккумуляторов по схеме, позволяющей их загрузку от генерирующих пар котлов-утилизаторов, смонтированных на ДСП-100, возможно существенное снижение потребления пара от газовых котлов, установленных на котельной с соответствующим снижением потребления заводом природного газа.

в баке-аккумуляторе при полной зарядке 1,6 МПа и давлении пара в трубопроводе потребителям 13,5 МПа для покрытия максимальной перегрузки 8 500 кг/ч пара в течение 30 минут требуется бак-аккумулятор объемом около 400 м³ (коэффициент заполнения 90%). Время зарядки бака составит 25 минут при мощности зарядки около 11 000 кг/ч пара.

При установке баков-аккумуляторов по схеме, позволяющей их загрузку от генерирующих пар котлов-утилизаторов, смонтированных на ДСП-100, возможно существенное снижение потребления пара от газовых котлов, установленных на котельной с соответствующим снижением потребления заводом природного газа. В зависимости от режима нагрузки потребителей и циклов работы котла-утилизатора будет меняться соотношение выработки пара паровыми котлами и котлами-утилизаторами.

При использовании располагаемой мощности газовых котлов в межпиковые режимы работы зарядка аккумулятора может происходить за первый временной диапазон соответствующего периода сниженной паровой нагрузки. При этом будет отсутствовать возможность утилизации пара от котлов-утилизаторов в остальное время соответствующего межпикового режима. Саккумулированный пар от котлов-утилизаторов в межпиковые режимы в значительной степени покрывает нагрузки пиковых режимов. Разница величин энергии, аккумулированной от газовых котлов и котлов-утилизаторов (или снижение выработки пара от газовых котлов), в указанных случаях выражает экономический эффект от внедрения бака-аккумулятора.

Использование трех котлов-утилизаторов и баков-аккумуляторов для нагрузок ОАО «БМЗ» способствует стабилизации работы котельного оборудования (без аварийных остановок из-за снижения уровня воды в котле), сужению диапазона работы существующих паровых котлов, сниже-

Таблица 1. Показатели эффективности применения аккумуляторов теплоты совместно с котлами-утилизаторами

Параметр	Размерность	Существующий вариант	Предлагаемый вариант
Выработка пара котлами 1,6 МПа	Гкал/год	40 000–42 000	5000
Потребление природного газа	т у.т./год	6 396	780
Электрическая мощность утилизационной турбины	кВт	0	1 200
Дополнительная выработка электроэнергии за счет избытков пара	кВт·ч/год	0	9760
Экономия за счет дополнительной выработки электроэнергии	т у.т./год	0	1200
Общая экономия	т у.т./год	0	7 416
Экономия (при стоимости 1 т у.т. 210\$)	млн \$/год		1,56

нию потребления природного газа. Экономические показатели предлагаемого варианта приведены в таблице 1.

При безаварийной работе трех котлов-утилизаторов на предприятии появятся избытки пара 1,2 МПа, а газовые котлы могут оставаться в резерве. Также дополнительно появится профицит пара в объеме 7,5–24 т/ч, который можно использовать дополнительно на конденсационной паровой турбине или ORC [1]. В варианте с ОАО «БМЗ», при установке котлов-утилизаторов на все печи ДСП, а также установке баков-аккумуляторов можно дополнительно получить следующий результат (см. таблицу).

Выводы

На ряде предприятий есть потребители пара, для которых перемены в подаче пара или резкое уменьшение его подачи или снижение давления пара недопустимы. На таких предприятиях для обеспечения надежного, бесперебойного пароснабжения потребителей совершенно недостаточно свести баланс по средним значениям расходов пара и его производства. Необходимо

соблюдать баланс мощностей выработки и потребления в течение всего суточного графика. Выполнение данного требования возможно за счет установки аккумуляторов теплоты. Параллельно решается задача координации выработки и использования энергетических потоков за счет утилизации ВЭР.

Предложенный и экономически обоснованный вариант утилизации тепловых ВЭР сталеплавильного производства металлургического мини-завода с перераспределением и согласованием паровых нагрузок во времени путем сопряжения теплогенерирующего оборудования с баками-аккумуляторами позволяет полностью покрывать технологические нагрузки в паре за счет выработки котлами-утилизаторами. Дополнительно возможна установка электрогенерирующих мощностей. Эффективное использование ВЭР приводит к существенному снижению затрат на энергоресурсы.

Литература

1. Седнин, В.А. Системы регенерации и утилизации тепловых отходов метал-

лургического предприятия / В.А. Седнин, Е.О. Иванчиков // Энергоэффективность. – 2020. – №4. – С. 28–32.

2. Кеменов, В.Н. Вакуумная техника и технология / В.Н. Кеменов, С.Б. Нестеров. – М.: Изд-во МЭИ, 2002. – 84 с.

3. Куколев, М.И. Основы проектирования тепловых накопителей энергии. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2001. – 240 с.

4. Губаревич, О. Паровые аккумуляторы как эффективный инструмент для подачи пара на производственные процессы / О. Губаревич // Энергоэффективность. – 2021. – №6. – С. 16–17.

5. Exergetic Analysis Of A Steam-Flashing Thermal Storage System – Paul T. O'Brien, John Pye [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.researchgate.net/publication/264849105>. – Дата доступа: 03.07.2021.

6. Сазанов, Б.В. Теплоэнергетические системы промышленных предприятий / Б.В. Сазанов, В.И. Ситас // М.: Энергоатомиздат, 1990. – 304 с. ■

Статья поступила в редакцию 4.07.2021

Энергосмесь

«Белэнерго» уточнило перспективы реконструкции электросетей

8 июня Государственное производственное объединение электроэнергетики «Белэнерго» опубликовало следующее заявление:

«Сегодня отдельные сайты и телеграм-каналы распространили информацию о том, что «электрические сети не позволяют использовать электроэнергию БелАЭС», искажая слова главного инженера ГПО «Белэнерго» Владимира Боброва, прозвучавшие две недели назад на пресс-конференции по теме перспективы реконструкции электросетей.

Между тем, на пресс-конференции было четко отмечено:

1. Электроэнергия с БелАЭС поступает во все регионы страны и используется как населением для целей отопления и горячего водоснабжения, так и реальным сектором экономики.

2. 74% поданных заявок от населения на увеличение электропотребления для электроотопления удовлетворяется.

3. Населенные пункты, в которых в настоящее время отсутствует техническая возможность выдачи технических условий на увеличение электропотребления, включаются в перспективнее планы реконструкции.

4. В период с 2021 по 2025 год на реконструкцию воздушных электрических сетей 0,4–10 кВ планируется направить порядка 1,5 млрд рублей, в том числе за счет средств республиканского бюджета 484 млн рублей». ■

Д. Станюта

«Иста Митеринг Сервис» • 220034, г. Минск, ул. 3. Бядули, 12
тел.: (017)271-3311, 224-6849, 224-6858; факс: (017)224-0569
e-mail: minsk@ista.by • <http://www.ista.by>
отдел расчетов: (017)224-5667 (-68) • e-mail: billing@ista.by



- Система индивидуального (поквартирного) учета тепловой энергии на базе распределителей тепла «Экземпер», «Допримо III радио»: от монтажа приборов до абонентских расчетов для десятков тысяч потребителей.
- Энергосберегающее оборудование «Данфосс», «Заутер», «Петтинароли»: радиаторные термостаты, системы автоматического регулирования отопления зданий, арматура.
- Приборы учета тепловой энергии «Сенсоник II» с расходом теплоносителя от 0,6 до 2,5 м³/ч с возможностью удаленного сбора информации.
- Запорно-регулирующая арматура: шаровые краны, радиаторные вентили, задвижки, фильтры, компенсаторы, обратные клапаны и т.д.
- Насосное оборудование «Грундфос».

УНП 100338436

XXV БЕЛОРУССКИЙ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ И
ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ФОРУМ

ENERGY EXPO

energyexpo.by

Специализированные
выставки



**В online-формате:
июнь-декабрь 2021г**

12-15 октября

Минск
Беларусь **2021**

пр. Победителей 20/2 (Футбольный манеж)

Как составить ТЭО энергосберегающего мероприятия?

Смотрите примеры на с. 8-11

Технико-экономическое обоснование внедрения энергоэффективного освещения (в том числе с автоматической регулировкой)

Экономический эффект от реализации мероприятия достигается за счет:

- применения современных энергоэффективных осветительных приборов с низким электропотреблением, высокими показателями светового потока на единицу мощности
- внедрения систем автоматизации управления освещением с контролем уровня освещенности, секционным и зонным управлением, плавным управлением мощностью и системным потоком

1. Определение потребляемого количества электроэнергии

$$\mathcal{E} = \sum (N * n * k_{пра}) * T * k_c * k_{доп} * k_{авт}$$

$$\Delta \mathcal{E} = (\mathcal{E}_{сущ} - \mathcal{E}_{внедр})$$

где, $N, Вт$ – единичная мощность осветительного прибора (светильника, лампы, прожектора)
 $n, шт$ – количество осветительных приборов одинаковой мощности, типа, режима эксплуатации

$k_{пра}$ – коэффициент потери мощности в ПРА (пуско-регулирующих аппаратах, драйверах) осветительного прибора (таблица 3 приложения 7)
 $T, часов$ – время использования максимума осветительной нагрузки (таблица 1, 2 приложения 7)
 k_c – технологический коэффициент спроса осветительной нагрузки (таблица 4 приложения 7)

$k_{доп}$ – коэффициент дополнительного освещения в пасмурное время (для внутреннего освещения принимается равным 1,08, для наружного – 1)
 $k_{авт}$ – коэффициент автоматизации управлением освещения (таблица 5 приложения 7)

2. Определение экономии топлива осуществляется по формуле:

$$\Delta B = \Delta \mathcal{E} * (1 + k_{пот} / 100) * b_{тэ} * 10^{-6}$$

$k_{пот}$ – коэффициент, учитывающий потери в электрических сетях
 $b_{тэ}$ – удельный расход топлива на отпуск электроэнергии принимаемый равным фактическому расходу топлива на выходящей станции в энергосистеме (Лукомльской ГРЭС) и соответствующий составлению расчета

$T_{ок}$ – срок окупаемости мероприятия за счет экономии топлива: $T_{ок} = K_{ин} / (\Delta B * C_{топ})$, лет,

$K_{ин}$ – капиталовложения в мероприятие, руб.;

ΔB – экономия топлива от внедрения мероприятия, т.у.т. (руб.), уточняется на момент составления ТЭО принимаем

	для существующей системы освещения	для внедренной системы освещения
Э, кВт*ч	290 119,25	57 176,93
$\Delta \mathcal{E}$, кВт*ч	142 942,32	
ΔB , т.у.т.	0,7000	0,2000
ΔB , руб.	60	60
$T_{ок}$, лет	1,08	
$K_{ин}$, руб.	4300,0	
ΔB , руб.	0,95	
$T_{ок}$, лет	1,08	

